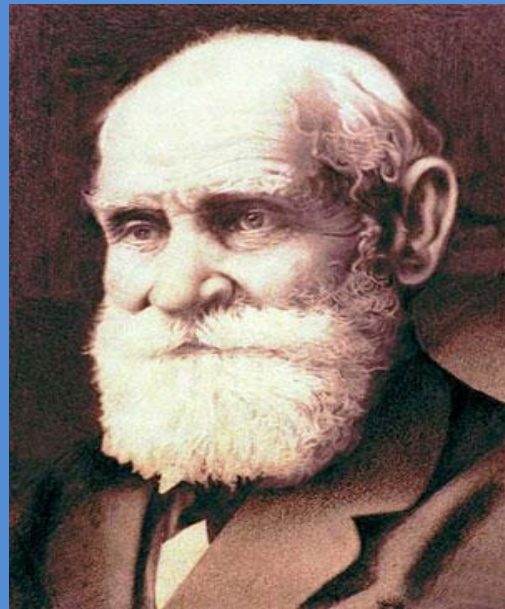
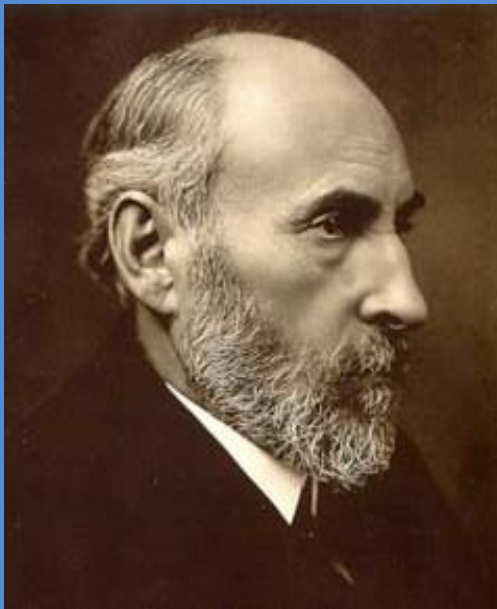




# **SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL E IVAN PETROVICH PAVLOV, COMPARACIÓN DE SU VIDA Y OBRA.**



**TESIS DOCTORAL**

**Jairo A. Rozo Castillo.**

**SEVILLA, SEPTIEMBRE 2014**





UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE  
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

**SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL E IVAN PETROVICH  
PAVLOV. COMPARACIÓN DE SU VIDA Y OBRA.**

**TESIS DOCTORAL**

**Jairo A. Rozo Castillo.**

SEVILLA, SEPTIEMBRE 2014





D. Antonio Rodríguez Moreno, Profesor Titular de la Universidad Pablo de Olavide,

### INFORMA

Que D. Jairo Alonso Rozo Castillo, con DNI 29532074M, ha realizado con total aprovechamiento y bajo su dirección los trabajos de investigación recogidos en esta memoria, titulada “Santiago Ramón y Cajal e Ivan Petrovich Pavlov. Comparación de su vida y obra”, para optar al grado de Doctor.

Y para que así conste, firma el presente Informe en Sevilla, España, julio de 2014.

Dr. Antonio Rodríguez Moreno  
Departamento de Fisiología, Anatomía y Biología Celular  
Universidad Pablo de Olavide.





UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE  
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES  
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGÍA, ANATOMÍA Y BIOLOGÍA  
CELULAR

**SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL E IVAN PETROVICH  
PAVLOV. COMPARACIÓN DE SU VIDA Y OBRA.**

**TESIS DOCTORAL**

**JAIRO A. ROZO CASTILLO.**

DIRECTOR: Prof. ANTONIO RODRÍGUEZ MORENO.

SEVILLA, SEPTIEMBRE 2014





## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Prof. Antonio Rodríguez Moreno, por su dirección de este trabajo, que no hubiera podido realizarse sin su decidido apoyo.*

*Al Dr. Andrés Pérez, amigo y colega, quién tuvo a bien obsequiarme la embrionaria idea de este trabajo y puso en mi camino a Santiago Ramón y Cajal.*

*Al equipo del Laboratorio por su apoyo en todo el proceso: Yuniesky, Paloma y Laura.*

*A mi Familia que siempre está allí a pesar de la distancia y el tiempo.*



**RESUMEN.**

Santiago Ramón y Cajal e Ivan Petrovich Pavlov fueron dos grandes científicos contemporáneos que tuvieron muchos puntos en común, paralelismos que no dejan de ser curiosos, no sólo en su quehacer científico sino en sus propias vidas personales. El presente trabajo se centra en el estudio de su visión científica y de cómo se gestó ésta a través de sus vidas y de las múltiples experiencias que vivieron tanto académicas como extra-académicas. A pesar de ello, existen muy pocas (casi nulas) aproximaciones dentro de la literatura científica, que comparen la vida y obra de estos dos grandes científicos. Para ello, realizamos un breve acercamiento a la infancia y adolescencia de Cajal y Pavlov, analizamos las circunstancias familiares y sociales en que crecieron, y que pudieron haberles marcado para su futuro como científicos. Luego profundizamos en la formación que tuvieron como científicos, las figuras que les influyeron y los marcos referenciales desde donde empezaron a construir su visión de la ciencia. También afrontamos el tema de sus familias, pero especialmente de sus esposas, desde que las conocieron hasta su muerte, para analizar el papel que desarrollaron en el trabajo de sus maridos. Analizamos las teorías que construyeron, por las cuales obtuvieron el reconocimiento universal y se consagraron en el mundo de la ciencia. La *teoría neuronal* de Cajal y la *teoría de los reflejos condicionales* de Pavlov, y además, el legado científico que los dos autores han dejado para la ciencia. Analizamos los trabajos que retoman y en alguna medida compaginan sus aportaciones, para posteriormente centrarnos en el reconocimiento internacional que reciben los dos autores, sobre todo en el Premio Nobel y todas las polémicas que implicaron sus nominaciones al mismo, además de ser competidores por el galardón entre los años 1901-1904. Para finalizar, analizamos la gestación de sus escuelas, la labor con sus discípulos, pero sobre todo los estilos de dirección tan diferentes que aplicaron Cajal y Pavlov para el manejo de sus grupos de trabajo.



## ÍNDICE



<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	9
1. ¿QUE TIENEN EN COMÚN CAJAL Y PAVLOV?	9
2. ESTRUCTURA DEL PRESENTE TRABAJO	11
<b>II. OBJETIVOS</b>	15
1. OBJETIVO GENERAL	15
2. OBJETIVOS ESPECÍFICO	15
<b>III. CAPITULO 1. PRIMER ACERCAMIENTO A PAVLOV Y CAJAL (INFANCIA Y ADOLESCENCIA)</b>	19
1. PAVLOV, GESTACIÓN DE UN CIENTÍFICO	19
2. CAJAL, EL GERMEN DEL HOMBRE DE CIENCIA	29
<b>IV. CAPITULO 2. FORMACIÓN COMO CIENTÍFICOS Y PRIMEROS TRABAJOS</b>	45
1. PAVLOV Y SU FORMACIÓN UNIVERSITARIA	45
2. CAJAL Y SU FORMACIÓN UNIVERSITARIA	57
<b>V. CAPITULO 3. CONSTRUCCIÓN DE SUS PROPIAS FAMILIAS, PRIMERAS APORTACIONES Y RECONOCIMIENTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA</b>	77
1. MATRIMONIO DE PAVLOV Y VIDA FAMILIAR	77
2. PRIMERAS APORTACIONES Y RECONOCIMIENTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DE PAVLOV	89
3. MATRIMONIO Y VIDA FAMILIAR DE CAJAL	92
4. PRIMERAS APORTACIONES Y RECONOCIMEINTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DE CAJAL	106
<b>VI. CAPITULO 4. CONSTRUCCIÓN DE UNA TEORÍA. LA TEORÍA NEURONAL DE CAJAL Y LOS REFLEJOS CONDICIONALES DE PAVLOV</b>	113
1. ¿SE CONOCIERON CAJAL Y PAVLOV?	113
2. CONGRESO DE MADRID DE 1903	115
3. TEORÍA NEURONAL	120
3.1. TEORÍA RETICULAR	122
3.2. CAJAL Y LA TEORÍA NEURONAL	113
4. PAVLOV Y LOS REFLEJOS CONDICIONALES	140
4.1. EL ORIGEN: DE LA "SECRECIÓN PSÍQUICA" A LOS REFLEJOS CONDICIONALES	140
4.2. LA TEORÍA DE LOS REFLEJOS CONDICIONALES	148
<b>VII. CAPITULO 5. EL LEGADO CIENTÍFICO DE CAJAL Y PAVLOV</b>	167
1. EL LEGADO DE CAJAL	167
1.1. SU OBRA HISTOLÓGICA Y ANATÓMICA	168
1.2. TÉCNICAS	170
1.3. POSTULADOS FISIOLÓGICOS	172
1.4. APORTACIONES A LA PSICOBIOLOGÍA	175
1.5. APORTACIONES A LA MEMORIA, EL APRENDIZAJE Y LA PERCEPCIÓN	176

1.6. APORTACIONES A LA PSIQUIATRÍA BIOLÓGICA.....	179
1.7. CRÍTICAS Y ERRORES.....	180
<b>2. EL LEGADO DE PAVLOV.....</b>	<b>181</b>
2.1. APORTACIONES A LA FISIOLOGÍA.....	183
2.2. APORTACIONES A LA PSICOLOGÍA.....	183
2.3 TÉCNICA Y METODOLOGÍA.....	184
2.4. APORTACIONES A LA TERAPIA DE LA CONDUCTA.....	185
2.5. APORTACIONES A LA TEORÍA DE LA PERSONALIDAD.....	186
2.6. APORTACIONES AL DESARROLLO DE MODELOS EXPERIMENTALES EN PSICOPATOLOGÍA.....	186
2.7. CRÍTICAS Y ERRORES.....	187
<b>3. EL MODELO DE APLYSIA DE KANDEL. INVESTIGACIÓN INSPIRADA EN LOS TRABAJOS DE CAJAL Y PAVLOV.....</b>	<b>191</b>
3.1. NIVEL NEUROANATÓMICO.....	196
3.2. NIVEL BIOFÍSICO Y NIVEL BIOQUÍMICO.....	199
3.2.1. MODELO MOLECULAR DEL CONDICIONAMIENTO PAVLOVIANO A CORTO PLAZO.....	199
<b>4. ¿SON COMPLEMENTARIOS LOS TRABAJOS DE CAJAL Y PAVLOV?</b>	<b>203</b>
 <b>VIII. CAPITULO 6. EL RECONOCIMIENTO INTERNACIONAL. EL PREMIO NOBEL. TIEMPOS FINALES.....</b>	 <b>209</b>
1. CAJAL Y EL PREMIO NOBEL.....	209
2. PAVLOV Y EL PREMIO NOBEL.....	216
3. TIEMPOS FINALES DE CAJAL.....	219
4. TIEMPOS FINALES DE PAVLOV.....	224
 <b>IX. CAPITULO 7. LA FORMACIÓN DE ESCUELA Y LOS ESTILOS DE DIRECCIÓN.....</b>	 <b>231</b>
 <b>X. CONCLUSIONES.....</b>	 <b>253</b>
 <b>REFERENCIAS.....</b>	 <b>259</b>
 <b>ANEXOS.....</b>	 <b>271</b>





# **I. INTRODUCCIÓN**



## I.- INTRODUCCIÓN.

### 1.- ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN CAJAL Y PAVLOV?

Sin lugar a dudas, Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) e Iván Petrovich Pavlov (1849-1936) son dos figuras señeras de la ciencia. Ambos octogenarios compartieron una época, desde mediados del siglo XIX hasta la tercera década del siglo XX. Compartieron además las difíciles condiciones para hacer ciencia que existían en sus respectivos países a finales del siglo XIX, pero también ambos cosecharon el éxito académico y científico, el reconocimiento mundial con el Premio Nobel (que recibieron con una diferencia de dos años: Pavlov en 1904 y Cajal en 1906), y finalmente, construyeron sendas escuelas de seguidores y fueron ejemplos vivos para sus países en lo que tiene que ver con hacer ciencia y triunfar en el intento.

Como dice Reinoso (2007), una de las muestras actuales de la labor de un científico es el número de citas que se hacen de sus trabajos. Cajal y Pavlov, a pesar de haber desarrollado sus obras hace más de un siglo, siguen estando vigentes para los científicos del siglo XXI. Según el estudio de González-Campos (citado por Reinoso, 2007) que ha revisado el número de citas en revistas científicas entre los años 1945 y 2005 de los Premios Nobel de la primera década del siglo XX, Ramón y Cajal recibió 12.664 citas en ese período de 60 años, seguido de Pavlov con 4.071, por delante de otros científicos de la época como Ehrlich (3.305), Koch (1.232) o Golgi (772).

Hay una diferencia entre Cajal y Pavlov de más de ocho mil citas, lo cual es entendible, pues la labor monumental de la obra de Cajal determinó el origen de la neurociencia. No obstante, también Pavlov sigue vigente como base fundamental de la psicología del aprendizaje y de la psicología en general. Más allá del número de citas, lo interesante, es que los dos autores siguen siendo una referencia destacada para los científicos un siglo después.

Parafraseando a Marañón (Pavlov, 1929/1997), los conocimientos aportados por Cajal y Pavlov, “pertenecen al tipo de verdades que merced a su propia excelcitud

se incorporan al pensamiento universal y circulan de mente en mente, liberadas hasta del nombre del propio autor. Este es el privilegio –a la vez triste y glorioso- de las grandes concepciones de la inteligencia humana: que terminan por anular a su propio creador”.

Estos dos grandes científicos tuvieron muchos puntos en común, paralelismos que no dejan de ser curiosos, no sólo en su quehacer científico sino en sus propias vidas personales. El presente trabajo se centra en el estudio de su visión científica y de como se gestó ésta a través de sus vidas y de las múltiples experiencias que vivieron tanto académicas como extra-académicas.

Su visión, estilo y los fundamentos de su quehacer científico los transmitieron a sus alumnos, colegas y compatriotas, no sólo con el ejemplo de su trabajo, sino a través de la operacionalización de su labor a través de sendos escritos (Cajal con un libro y Pavlov con un discurso), dirigidos esencialmente a los jóvenes científicos de sus respectivos países, con el fin de motivarlos a seguir una carrera científica en medio de la ardua dificultad que ésta implica.

El reconocimiento social dentro de sus naciones, más aún después de haber ganado el Premio Nobel, los convirtió en estandartes de la ciencia en sus respectivos países. Cada uno de ellos posee un enorme perfil individual, pero las similitudes de ambos reflejan un verdadero *Zeitgeist*<sup>1</sup> que une ciencia y patria durante la misma época. En sus vidas resalta una enorme disciplina, una gran disposición al trabajo, una gran preocupación por el futuro de las ciencias de sus respectivos países y un fuerte compromiso con la juventud investigadora y los discípulos que seguirían su labor.

Antes de morir lograron obtener el apoyo de los respectivos gobiernos de sus países para financiar grandes infraestructuras que albergaron sus centros de investigación y les permitieron dejar un gran legado como científicos, herencia que sobrevivió a su muerte, pues su influencia académica se extiende hasta la actualidad, a través por ejemplo de las sociedades pavlovianas en la Unión Soviética y en Estados

---

<sup>1</sup> Es una expresión de origen alemán, que significa el “espíritu del tiempo” y trata de reflejar el clima cultural e intelectual de una época.

Unidos o la fundación del Instituto Cajal de Neurobiología, que forma parte del CSIC en Madrid (desde 1900) y del Club Cajal fundado en Toronto, Canadá, en 1947.

A pesar de todo lo anterior, existen muy pocas (casi nulas) aproximaciones dentro de la literatura científica, que comparen la vida y obra de estos dos grandes científicos. De hecho, en nuestra investigación sólo hemos encontrado un artículo que específicamente compare la obra de Cajal y Pavlov. Por ello, consideramos relevante este tipo de trabajo como una aportación inicial al estudio de estas vidas paralelas, en espera de que ojalá abra una línea de investigación para futuras aproximaciones al tema.

## **2.- ESTRUCTURA DEL PRESENTE TRABAJO.**

El presente trabajo se divide en siete capítulos. En el primero realizamos un breve acercamiento a la infancia y adolescencia de Cajal y Pavlov, analizamos las circunstancias familiares y sociales en que crecieron, y que pudieron haberles marcado para su futuro como científicos, sus motivaciones y pasiones juveniles, así como la gestación de sus personalidades. Lo interesante es que a pesar de la distancia física y las diferencias socioculturales y políticas, en alguna medida son muy similares las circunstancias vitales que les moldean.

El segundo capítulo, empieza a profundizar en la formación que tuvieron como científicos, las figuras que les influyeron y los marcos referenciales desde donde empezaron a construir su visión de la ciencia, así como los primeros trabajos que desarrollaron en el mundo académico y las diversas dificultades que afrontaron para lograr estabilizarse en sus carreras como científicos.

El tercer capítulo, afronta el tema de sus familias, pero especialmente de sus esposas. Para algunos, es un tema que se subestima al estudiar la producción científica de un investigador. Desde nuestro punto de vista es fundamental, y por ello dedicamos un capítulo a estudiar la relación que construyeron Cajal y Pavlov con sus respectivas parejas, desde que las conocieron hasta su muerte, para analizar el papel

que desarrollaron en el trabajo de sus maridos. Aquí también veremos muchas coincidencias importantes.

En el cuarto capítulo, entramos de lleno en su universo científico al analizar las teorías que construyeron, por las cuales obtuvieron el reconocimiento universal y se consagraron en el mundo de la ciencia. La *teoría neuronal* de Cajal y la *teoría de los reflejos condicionales* de Pavlov. Analizamos como se gestaron esas teorías y los principales fundamentos que defendieron sus autores ante sus críticos.

En el quinto capítulo, analizamos lo que consideramos ha sido el legado científico que los dos autores han dejado para la ciencia y los investigadores, incluso en pleno siglo XXI. Analizamos los trabajos que retoman y en alguna medida compaginan sus aportaciones. Para ello, hacemos una resumida exposición de los estudios de Kandel (otro Premio Nobel) con el modelo experimental *Aplysia* y el artículo de Wallon de 1963, donde asegura que los trabajos de los dos autores se complementan.

En el sexto capítulo nos centramos en el reconocimiento internacional que reciben los dos autores, sobre todo en el Premio Nobel y todas las polémicas que implicaron sus nominaciones al mismo, además de ser competidores por el galardón entre los años 1901-1904. Cerramos este capítulo con los últimos años de Cajal y Pavlov y algunas anécdotas alrededor de su vejez y muerte.

Finalizamos con el capítulo siete, donde nos centramos en la gestación de las escuelas que formaron, el trabajo con sus discípulos, pero sobre todo en los estilos de dirección tan diferentes que aplicaban Cajal y Pavlov. Para terminar con los puntos comunes de sus visiones de la ciencia y que transmitieron a su colegas, discípulos y a todos nosotros a través de sus libros.

## **II. OBJETIVOS.**





## **II.- OBJETIVOS.**

### **1.- OBJETIVOS GENERAL.**

Comparar la vida y obra científica de Santiago Ramón y Cajal e Iván Petrovich Pavlov partiendo de dos premisas fundamentales. Primero la importancia de sus obras y planteamientos para la neurociencia y la psicología, y segundo, el hecho de que sus vidas se desarrollaron en momentos paralelos de los siglos XIX y XX.

### **2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Comparar la infancia y juventud de Cajal y Pavlov, con el fin de establecer si hay similitudes en ellas que puedan explicar, en alguna medida, su interés por la ciencia, y su personalidad y templanza para desarrollarla como lo hicieron.
- Cotejar los primeros años de formación científica de los dos autores para entender sus características como investigadores y el origen de sus teorías y aportaciones.
- Contrastar la vida familiar y de pareja de Cajal y Pavlov, con el fin de establecer si hay similitudes y evidenciar la importancia de su contexto familiar para el desarrollo de sus vidas científicas.
- Esclarecer si los dos autores se conocieron, si mantuvieron algún tipo de contacto epistolar y si sabían de sus mutuas investigaciones y teorías.
- Reseñar los fundamentos que sirvieron de base para que Cajal gestará la teoría neuronal y Pavlov la de los reflejos condicionales.
- Analizar el legado que han dejado los dos autores y en qué medida pueden ser o no complementarios para entender el funcionamiento del sistema nervioso en procesos complejos como el aprendizaje y la memoria.
- Analizar el cruce de caminos de los dos autores ante premios de relevancia internacional como el Premio Ciudad de Moscú o el Premio Nobel.

- Confrontar los estilos de dirección de los dos científicos en la formación de sus respectivas escuelas y discípulos.

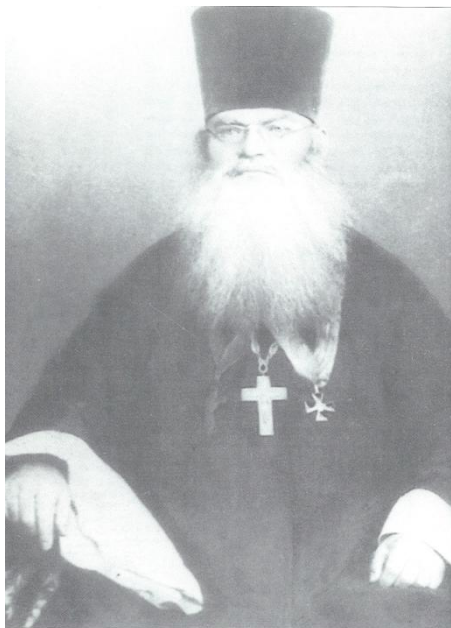
**III.- CAPITULO 1.**  
**PRIMER ACERCAMIENTO**  
**A PAVLOV Y CAJAL**  
**(INFANCIA Y ADOLESCENCIA).**



### **III.- CAPITULO 1. PRIMER ACERCAMIENTO A PAVLOV Y CAJAL (INFANCIA Y ADOLESCENCIA).**

#### **1.- PAVLOV, GESTACIÓN DE UN CIENTÍFICO.**

Cuando Ivan Petrovich Pavlov era un niño, fue descrito por uno de sus familiares como un niño débil y enfermo, pequeño, frágil y flacucho pero que tenía una memoria fenomenal, una naturaleza apasionada y un carácter explosivo (ver Todes, 2000) al que le gustaba poco leer y que disfrutó poco de la biblioteca excepcional de su padre, una de las pocas colecciones de libros que había en Ryazan, su ciudad natal, bañada por el río Oka y a unas 200 millas de Moscú. El pequeño Ivan, en cambio, prefería ayudar a su padre en las labores del huerto y jugar.



**Figura 1.- El Padre de Pavlov, el Pope Petr Dimitrievich Pavlov (Todes, 2000).**

Pavlov era el mayor de los hijos de Petr Dimitrievich y Varvara Ivanovna, nació el 14 de septiembre<sup>2</sup> de 1849. La Familia Pavlov había servido durante seis generaciones a la Iglesia Oriental Ortodoxa de Rusia, primero como ayudantes del sacerdote y luego como popes (sacerdotes) en las figuras de Petr y sus dos hermanos, ambos llamados Ivan, los cuales recibieron sendas parroquias.

Petr era un clérigo respetado en Ryazan, tenía a su cargo la parroquia de Nikolo -Vysokovskaia y se caracterizaba por comprometerse con sus feligreses y ayudarles a resolver sus problemas. Él y su familia vivían de forma humilde de los servicios religiosos, de los frutos de su huerto y del alquiler de parte de la casa a los jóvenes seminaristas que venían a formarse al seminario local.



**Figura 2.- La Casa de los Pavlov en Ryazan (Todes, 2000).**

Petr era un hombre de fuerte voluntad, con gran fortaleza física que amaba el trabajo intelectual (lector asiduo de libros y revistas mundanos) y que podría denominarse un librepensador (Fernández, 2006) pero también amaba el trabajo físico, principios que inculcó a sus hijos, sobre todo al mayor, Ivan (Azratian, 1949; Babkin, 1949; Todes, 2000).

---

<sup>2</sup> De acuerdo al calendario Juliano usado en Rusia o el 27 de septiembre, de acuerdo al calendario Gregoriano del oeste europeo, según Babkin (1949), ya que Todes (2000) indica que nació el 26 de septiembre de 1849.

De su madre, Varvara, se sabe poco. Era hija de un sacerdote, y aprendió a leer a pesar de la oposición de su padre, tuvo diez hijos<sup>3</sup> con Petr y éste la considero “una neurasténica”. Por su parte sabemos, gracias a su hija Lidiia, que Varvara pensaba que Petr gobernó la casa como un tirano (Todes, 2000).



**Figura 3.- La madre de Pavlov, Varvara Ivanova Pavlova (Todes, 2000).**

El pequeño Ivan ayudaba a su padre en las labores del huerto y del jardín y a su madre en los trabajos domésticos y en el cuidado de sus hermanos pequeños. (Azratian, 1949). Fue un hijo cariñoso y diligente que conservó para toda su vida el amor por el trabajo físico y el deporte. Le gustaba abonar la tierra, trazar y limpiar senderos y cultivar así como montar en bicicleta, pasear en lancha, bañarse y jugar

---

<sup>3</sup> Sobre el número de hijos no hay acuerdo, según Fernández (2006) la madre de Pavlov tuvo once hijos, en donde Ivan, Dimitri y Petr eran los tres mayores y gozaron de buena salud, otros seis murieron muy pequeños de enfermedades infecciosas y los más jóvenes vivos eran Sergei y Lidiia, que también eran enfermizos. Ante tal número de embarazos, la madre de Pavlov pasó de ser una mujer fuerte a ser una mujer casi inválida.



al *gorodki* (un juego tradicional ruso parecido a los bolos, pero que se juega en el exterior y en vez de una pelota se usa un pesado palo).

Babkin (1949) considera que Pavlov hereda de su padre su carácter indomable, su amor por los libros y la lectura y finalmente, el gusto por el trabajo físico y con la tierra. Sin embargo, para Todes (2000) el niño Ivan era poco dado a la lectura y al estudio. Esto lo aprendería realmente de su padrino.

Hubo un hecho importante en la vida del pequeño Ivan que cambió su vida. A los 8 años<sup>4</sup>, Ivan sufrió un accidente, cayó de una alta valla sobre el suelo de piedra y se hizo tal daño que implicó una larga convalecencia, de la cual no se recuperaba (Azratian, 1949 y Todes, 2000). Su padrino el Abad del Monasterio de la Santa Trinidad, cerca de Ryazan, al encontrarlo en ese estado decidió curar al muchacho tanto corporal como mentalmente y lo llevo con él al Monasterio (Babkin, 1949). El tratamiento no era fácil, consistía en disciplina, disciplina y más disciplina. Organizó las cosas para que de día el pequeño Ivan trabajara en la horticultura y practicara deportes como la natación, el patinaje o el *gorodki* y en la noche, Ivan era encerrado en un cuarto vacío con una serie de libros. Era tal el aburrimiento, que el joven empezó a leerlos y muy pronto estaba haciendo informes escritos para su padrino sobre lo que había leído (Todes, 2000). El hecho de que su padrino le sugiriera escribir sobre lo que leía, ayudó a desarrollar en Pavlov la capacidad de expresar sus pensamientos a través de la escritura.

Es curioso que, como dice el propio Babkin (1949), la importante influencia de su padrino apenas es nombrada por sus biógrafos y Pavlov mismo la omite en su corta autobiografía (Pavlov, 1982). Según Babkin (1948) el anciano Abad desarrolló una gran influencia espiritual en el muchacho, Ivan siempre lo veía trabajando, tanto que llego a asegurar a sus padres que el abad nunca dormía. Por otro lado, llevaba una vida simple y casi espartana, comiendo usualmente pan y agua y sólo cuando enfermaba se permitía el lujo de un té con miel. El ejemplo de su dedicación al trabajo y sus mínimas exigencias materiales calaron muy hondo en el joven Pavlov y las reprodujo durante toda su vida. De modo que la influencia del

---

<sup>4</sup> Autores como Fernández (2006) consideran que el accidente lo tuvo a los 9 años.

anciano monje forjó el carácter de Pavlov de una forma mayor que la que pudo ejercer su propio padre.

Según su propia familia, cuando Pavlov volvió a casa regresó diferente: mucho más estudioso y disciplinado (Todes, 2000). Consideramos que este es el germen de su carácter que evolucionó para que fuera un gran científico y por lo tanto, es la primera influencia notable que facilitaría su posterior labor experimental y académica.

A los 11 años Pavlov entraba en la Escuela Teológica de Ryazan para comenzar su educación como sacerdote, ya que era deseo de su padre que continuara con el legado familiar. Ivan fue uno de los mejores estudiantes dentro de la escuela, sobresaliendo en todas las materias, menos en canto. En 1864, a los 15 años se graduó y entró en el Seminario Teológico de Ryazan, donde sobresalió en un plan de estudios riguroso que incluía historia de la Iglesia y del dogma, historia rusa y mundial, literatura, lenguas, lógica, filosofía y algunos cursos en ciencias naturales (Todes, 2000).

Veamos las palabras del propio Pavlov en su autobiografía, sobre esta época: “Lo recuerdo con un sentimiento de gratitud. Teníamos algunos excelentes profesores. Uno de ellos es el padre Feofilakt Orlov, hombre de un alto ideal. En general, en aquella época (ignoro la situación posterior), existía en el seminario la posibilidad de que cada uno diera libre curso a sus tendencias intelectuales, cosa que no ocurría en los institutos Tolstoi....Bajo la influencia literaria de los años 60 y en particular bajo la de Pisarev, nuestro interés se dirigió hacia las ciencias naturales. Varios de nosotros, yo entre ellos, decidieron estudiar ciencias naturales en la Universidad” (Pavlov, 1982, p. 43).

Hay dos elementos fundamentales a tener en cuenta en ésta época que influyeron notablemente en el interés del joven Pavlov por la ciencia. Por un lado, la libertad intelectual que se vivía en el seminario y por otro lado, la influencia de autores como Pisarev.

Si se analizan los dos puntos anteriores en medio de la Rusia de 1860, veremos algunas características especiales. Como bien dice Todes (2000), Rusia era un país enorme, desesperado y pobre, dominado por una autocracia absoluta y con una estructura de clase completamente rígida, la gran mayoría de la población eran siervos-campesinos muy pobres y dependientes de los grandes terratenientes. Era la Rusia que había dejado el zar Nicolás I (quién gobernó entre 1825-1855), que había gobernado con mano de hierro bajo el lema: “Autocracia, Ortodoxia y Nacionalidad”. Nicolás I no toleraba ningún desacuerdo y trataba de proteger a Rusia de cualquier influencia occidental.

Su sucesor fue Alexander II, quién no compartía todas las ideas de su padre y quién creía que sólo podría volver al país próspero y poderoso si lo modernizaba, con lo cual emprendió una serie de “grandes reformas”. En 1861 emancipó a los siervos, luego reformó los sistemas legales y educativos, propuso restricciones relajadas para los viajes a occidente y aumentó la libertad de la gente para formar sociedades, grupos o dar conferencias públicas (siempre y cuando no expresaran ideas que el Estado considerara peligrosas, de lo contrario podían ser detenidos), relajó la censura y permitió la publicación de libros y la discusión pública de ideas que hasta ahora habían sido prohibidas, además aumento ostensiblemente la financiación para la ciencia, pensando que ello reforzaría la economía, la tecnología militar y los servicios médicos<sup>5</sup> (Todes, 2000).

Dentro de este contexto surgieron una serie de diarios (algunos radicales, otros conservadores) que permitieron el debate de ideas políticas, científicas, literarias, etc. Estos diarios se convirtieron en los preferidos de los rusos y muchos escritores empezaron a tener una importante influencia sobre el pueblo. La gente solía leer a Nikolai Katkov en el *Heraldo Ruso* o Nikolay Chernyshevsky en el *Contemporáneo* y Dmitry Pisarev en la *Voz Rusa* (Babkin, 1949; Todes, 2000).

Esta nueva Rusia que estaba surgiendo dio al adolescente Ivan Petrovich una nueva forma de concebir su futuro. Hasta entonces los jóvenes que tenían

---

<sup>5</sup> También está el hecho de que muchos ministros del zar consideraban que si los jóvenes estaban ocupados en los laboratorios científicos, tendrían menos tiempo y energía para organizar actividades políticas radicales.

alguna posición social, solían dedicarse de manera tradicional a las labores que heredaban de sus padres, en la familia Pavlov era esperable que Ivan fuera el primer sacerdote de la séptima generación. Pero esta nueva Rusia, donde se podían leer libros, donde se generaban grupos de discusión, donde la ciencia empezaba a tener un nuevo peso social, convirtiéndose en una atractiva alternativa, produjo en Ivan el deseo de ser científico. Tal como contaba en su autobiografía, los debates y discusiones que se vivían en el ambiente intelectual del seminario no tenían nada de qué ver con los institutos Tolstoi<sup>6</sup> y la importante influencia de los escritos de Pisarev dieron el impulso necesario a muchos jóvenes, que como Pavlov, consideraban a la ciencia una nueva alternativa profesional.



**Figura 4.- Alexander II, Zar de Rusia. La gobernó desde 1855 hasta su asesinato en 1881, se distinguió por haber liberado a los siervos, ampliado el sistema educativo y flexibilizado al censor estatal (Todes, 2000).**

Pavlov debe mucho a Pisarev, pues fue gracias a él que conoció la teoría de la evolución de Darwin y tantas otras ideas científicas revolucionarias. Pero también

---

<sup>6</sup> Los liceos estatales, seguían el plan de estudios impuesto por el Conde Tolstoi y en ellos se excluía el conocimiento de la ciencia. Del autoritarismo de Nicolás I se pasó a un período más liberal con Alexander II, que se vio truncado por el intento de asesinato que sufrió en 1866, lo que engendró una nueva etapa reaccionaria (Fernández, 2006). Finalmente el Zar murió en un atentado con una bomba terrorista cuando viajaba en su carruaje por San Petersburgo, en 1881 (Todes, 2000).

debe mucho a sus lecturas en la biblioteca. Como bien nos explica Todes (2000), Pavlov iba muy temprano por las mañanas a la biblioteca pública de Ryazan, antes de que iniciaran las clases del seminario, para poder leer los diarios liberales y los libros antes prohibidos. Los seminaristas tenían prohibido leer libros con ideas contrarias a la moralidad y a la doctrina de la iglesia y había inspectores del seminario vigilando que los seminaristas se portaran bien. A esto se sumaba la gran demanda de jóvenes que llegaban muy temprano a la biblioteca para poder acceder a los materiales de ésta. Para evitar estos inconvenientes Pavlov iba durante la madrugada a la Biblioteca, aprovechando que había alcanzado un acuerdo con uno de los trabajadores que le dejaba abierta una ventana, con ello el podía subir y conseguir sus queridos libros antes de que llegarán los demás. Allí podía acceder a la traducción rusa del *Origen de las Especies* de Darwin, o a los *Reflejos del Cerebro* de Sechenov, o a su libro favorito *La Fisiología de la Vida Común* de Lewes.

Como recordará Pavlov, la obra de Sechenov fue muy importante en su vida científica. Cuando Pavlov, 60 años más tarde, estudiaba los reflejos condicionales, recordaría el impacto de la obra de Sechenov, por su veracidad, novedad y brillante propuesta de entender pensamientos y emociones de una manera puramente fisiológica (Todes, 2000).

Ivan Sechenov era uno de los científicos más famosos de Rusia en la década de 1860, era un fisiólogo que simpatizaba con la visión materialista de radicales como Pisarev y Chernyshevsky. En 1863, escribió un amplio artículo, donde usó argumentos científicos para apoyar su visión radical. El texto se denominaba *Ensayo de explicación fisiológica del origen de los fenómenos psíquicos*, y sería publicado en el diario radical *El Contemporaneo*, pero el censor del gobierno zarista no permitió su publicación y en cambio fue publicado en un diario médico con el nombre *Los Reflejos del Cerebro*, esperando que así tuviera una menos difusión. Finalmente, la publicación fue muy popular, pues la gente compartía con entusiasmo las ideas de Sechenov y al final el censor tuvo que aceptar la publicación en un libro en 1866 (Todes, 2000; López-Piñero, 2004).

El punto de vista de Sechenov era que todas las funciones del cerebro, ya fueran conscientes o inconscientes son de naturaleza refleja. Insistía en la coordinación e integración de los procesos neurofisiológicos y en su relación con las condiciones ambientales. Desde tal postura reflexológica, defendió que la psicología debe convertirse en una disciplina científico-natural basada en la fisiología (López-Piñero, 2004).

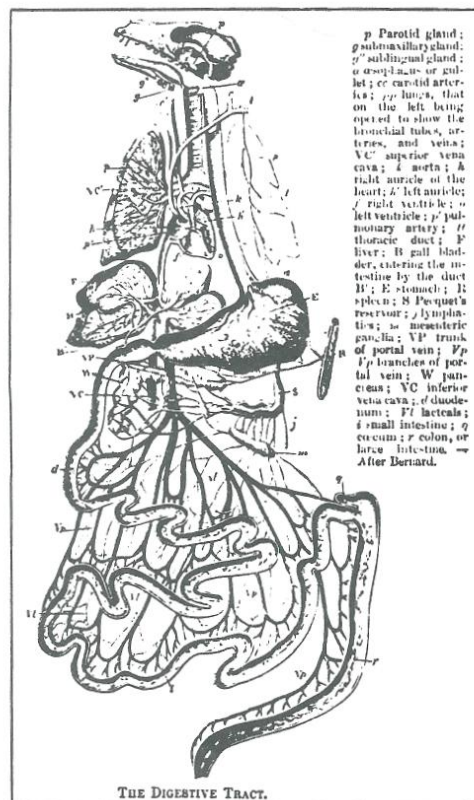


**Figura 5.- Ivan Schenevov, conocido como “el Padre de la fisiología rusa”, escribió el libro “Los Reflejos del Cerebro” lectura que influyó al joven Pavlov (Todes, 2000).**

Según un amigo de aquella época, Pavlov era el mejor lector y el polemista más acalorado e inagotable de su *kruzhok* o grupo de discusión. Pavlov podía citar de memoria páginas enteras de los artículos de Pisarev y de su libro favorito, *Fisiología de la vida común* de Lewes. Aficionado al lema de Pisarev: “la naturaleza no es una catedral sino un taller”, para Pavlov, la naturaleza no debía ser adorada pasivamente como una reflexión de Dios, sino que científicamente debía ser entendida y controlada para la mejora del género humano (Todes, 2000).

Es tal la influencia que tuvo, por ejemplo, el libro de George Lewes, que Pavlov, en 1929, a sus 80 años, visitó en Montreal el laboratorio de fisiología de la

Universidad de McGill y en la biblioteca él mismo tomó el volumen I del Libro de Lewes y se lo mostró con nostalgia al profesor Tait abierto por la página 230, que mostraba un diagrama de los órganos internos del animal, mientras le decía: “cuando en mis días jóvenes leí este libro en su traducción rusa, me cautivó enormemente esta figura y me pregunte: ¿Cómo trabaja un sistema tan complicado?” (Fernández, 2006; Todes, 2000). Esta fascinante pregunta y la búsqueda de una respuesta -para el corazón, el sistema digestivo y el cerebro- ocuparon todo el trabajo de laboratorio al que dedicó Pavlov su vida.



**Figura 6.- Figura del Libro de H.G. Lewes, “Fisiología de la vida común”, que impactó al joven Pavlov (Todes, 2000).**

Por todo lo anterior, en el año 1869, Pavlov le comunicó a su padre que no volvería al seminario a acabar el último año de estudio, pues quería ingresar a

estudiar en la Universidad de San Petersburgo<sup>7</sup>. Su padre, obviamente se puso furioso y ello provocó el distanciamiento con su hijo (Todes, 2000). Debido a los cambios y reorganización del plan de estudios del seminario, los seminaristas a los que les faltaba un año para concluir sus estudios eran admitidos en la Universidad, Pavlov ingresó en la sección de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas (Babkin, 1949). Gracias a sus excelentes notas y al certificado de pobreza consiguió una modesta beca que le proporciono algunos medios de sustento (Asratian, 1949).



**Figura 7.- Pavlov en su época de estudiante de la Universidad de San Petersburgo (Todes, 2000).**

## **2.- CAJAL. EL GERMEN DEL HOMBRE DE CIENCIA.**

En una familia humilde, Santiago Ramón y Cajal nació el 1 de mayo de 1852 en el pueblecito de Petilla de Aragón, que aunque situado en Aragón, administrativamente formaba parte de la provincia de Navarra (Cannon, 1965). Esta

---

<sup>7</sup> Sobre este punto hay una discrepancia interesante. Según Fernández (2006, p. 24), en 1870, Ivan había cursado el sexto y último año del seminario de Ryazan y leyó desde la grada del altar su primera predicación revestido con la dalmática. Su madre recibió muchos parabienes, pero de forma inesperada su padre decidió cambiar el rumbo del joven seminarista y lo envió a la Universidad de San Petersburgo.



aldea contaba con noventa y ocho casas y vivían en ella poco más de 800 habitantes. El correo llegaba dos veces por semana y todos los caminos de acceso estaban en pésimo estado (López-Piñero, 2000).



**Figura 8.- La casa alta y arruinada del centro de la calle, donde nació Cajal (Cajal, 1923/2006).**

Santiago era hijo de don Justo Ramón y Casasús y doña Antonia Cajal. Don Justo llevaba casi tres años ejerciendo como cirujano en Petilla, cuando nació su primer hijo, Santiago. Don Justo provenía de una familia modesta de labradores de Larrés, en la provincia de Huesca, al ser el hijo menor no podía aspirar al cultivo de la pequeña propiedad familiar, que heredarían sus hermanos, por ello entró de niño como mancebo de un cirujano rural residente en Javierrelatre, otra aldea mísera del alto Aragón. Durante más de una década, trabajo allí como mancebo, pero para superar su situación decidió convertirse en médico. Abandonó el poblado con 22 años y con el dinero de su último salario y el préstamo de unos familiares, emprende a pie el viaje a Barcelona, donde después de muchas penalidades, consigue un trabajo en una barbería de Sarriá y simultáneamente asiste a clases de la Facultad de Medicina hasta que en 1849 obtiene el título de “cirujano de segunda clase”, un título intermedio entre los médicos-cirujanos y los “sangradores”, quienes

generalmente se dedicaban a ejercer su labor en las pedanías más aisladas de la geografía española (López-Piñero, 2000).

Don Justo, haciendo gala de esa tenacidad que moldearía su carácter y que transmitiría a su hijo Santiago, no cejó en su empeño de ser médico-cirujano, si bien antes contrajo matrimonio y tuvo a sus 4 hijos (A Santiago le siguieron Pedro, Paula y Jorja). Más tarde aún, con el peso de una familia, se trasladó a Madrid para obtener el título como médico-cirujano, que recibió finalmente en 1858. En 1860 obtuvo plaza de médico en Ayerbe y en 1870 ganó las oposiciones a médico de la beneficencia provincial de Zaragoza y se estableció en la capital Aragonesa, donde nuevamente tuvo una notable clientela debido a su buena reputación. Incluso fue nombrado profesor interino de disección en la Escuela de Medicina en la que cursó posteriormente Cajal sus estudios (López-Piñero, 2000).



**Figura 9.- Doña Antonia Cajal y don Justo Ramón Casasús (Cajal, 1923/2006).**

Doña Antonia, hija de un tejedor de Larrés, fue una hermosa y robusta montañesa del mismo pueblo que su marido, a quién conocía desde niña. Poco sabemos sobre ella, como dice Alonso-Fernández (2007), ni siquiera el mismo Cajal, que fue tan prolijo escritor, y que nos dejó bastantes páginas sobre su vida, apenas se dedicó a ella en sus relatos autobiográficos. Juarros (citado por Alonso-

Fernández, 2007) sugiere que esto se debe a que doña Antonia era una señora pasiva, apocada y por entero subordinada a la férrea voluntad de su marido.

Según Alonso-Fernández (2007) existió en Cajal lo que él llama, la “vivencia de orfandad”, que puede corresponder a la realidad o ser el producto imaginario de una mente infantil alentada por la ausencia de una imagen amorosa de los progenitores (distancia silenciosa de la madre y desacuerdo conflictivo permanente con el padre). Según este autor, la motivación personal profunda de Cajal nace de sentirse huérfano, por lo cual se lanza a la búsqueda de triunfos y éxitos.

Dejando a un lado esta teoría de Alonso-Fernández, que no deja de tener un “regusto” psicoanalítico, sí parece que la figura paterna fue fundamental en la construcción de la personalidad de Cajal, a través de su respuesta dialéctica de rebeldía contra el padre. Don Justo fue un padre terriblemente autoritario, duro, frío y pseudopuritano, al cual se encaró muchas veces Santiago. Tuvieron una relación difícil, basada en una dialéctica de enfrentamientos, pero de una u otra forma, fue ese batallar con su padre lo que posiblemente gestó la voluntad y el temperamento que hicieron famoso al científico Ramón y Cajal.

Don Santiago se refiere así a su padre: “Con su sangre me legó prendas morales, a que debo todo lo que soy: la religión de la voluntad soberana, la fe en el trabajo, la convicción de que el esfuerzo perseverante y ahincado es capaz de modelar y organizar desde el músculo hasta el cerebro, supliendo deficiencias de la naturaleza y domeñando hasta la fatalidad del carácter, el fenómeno más tenaz y recalcitrante de la vida. De él adquirí también la hermosa ambición de ser algo y la decisión de no reparar en sacrificios para el logro de mis aspiraciones, ni torcer jamás mi trayectoria por motivos segundos y causas menudas” (Cajal, 1923/2006, p. 100).

Santiago empezó la escuela a los 4 años en el pueblo de Valpalmas, pero su verdadero maestro fue su padre, quién consiguió que su hijo, a los seis años, escribiera correctamente y poseyera nociones de geografía, aritmética y francés. Las clases se celebraban en una cueva de pastores, con el fin de aislarse y

concentrarse en su labor (Cannon, 1965). Justo Ramón había comenzado a proyectar en su hijo su personal ansia de superación (López-Piñero, 2000). Cuando su padre se fue a Madrid para completar su carrera como médico, fue el pequeño Santiago el encargado de la correspondencia familiar y de narrarle los sucesos locales y las novedades familiares.

Santiago fue un niño rebelde, apasionado del aire libre, observador de la naturaleza, amante de los animales, sobre todo los pájaros, pero misterioso y retraído que mostraba cortedad y recogimiento ante las personas mayores. Se pasaba días enteros correteando por los bosques y barrancos, lo cual le traía problemas con su padre y su férrea programación.

Cuando la familia llegó a Ayerbe, donde su padre había obtenido la plaza de médico, Cajal tenía 8 años y se convirtió en un pésimo estudiante, ya que su padre estaba muy ocupado y ya no podía atender personalmente la formación del muchacho (López-Piñero, 2000). Le encolerizaban sus peores travesuras que castigaba con formidables palizas, que poco efecto ofrecían a largo plazo.



**Figura 10.- Campanario de Ayerbe.**

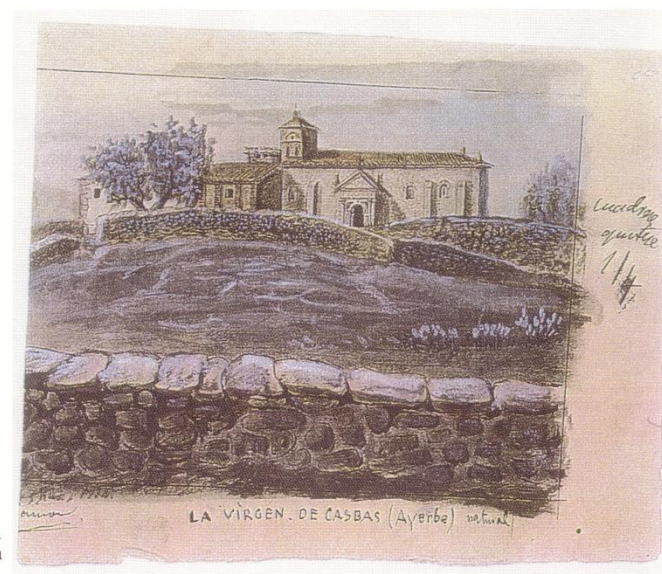
En la infancia de Santiago, existieron algunos acontecimientos relevantes, que el mismo Cajal resalta en sus *“Recuerdos”* (Cajal, 1923/2006), y que pudieron

generar una importante impronta sobre la magnitud de la naturaleza y la búsqueda de respuestas a los grandes enigmas de la misma. El primero tuvo que ver con la caída de un rayo en la escuela. Como cuenta el mismo Cajal, el trágico acontecimiento lo podemos resumir así: los niños estaban en la oración diaria cuando un estampido hizo retumbar el edificio y heló su sangre. El aire se llenó de polvo y fragmentos de yeso, mientras los niños buscaban por donde escapar. Un rayo había caído en la torre, fundido la campana y electrocutado al párroco que había subido a tañirlas para advertir del peligro de la tormenta, luego el rayo había penetrado en la escuela por una ventana, horadó el techo, paso por detrás de la maestra, destrozó un cuadro del Salvador y desapareció por un boquete ratonil labrado junto a la pared. (Cajal, 1923/2006; Cannon, 1981).

El otro acontecimiento, menos trágico pero igualmente sorprendente para el pequeño Santiago, tiene que ver con el eclipse de sol de 1860. Junto con su padre, acudió a una colina próxima para observar el fenómeno lo mejor posible con cristales ahumados. Don Justo le había explicado la teoría de los eclipses, pero Santiago era un poco escéptico a que las cosas sucedieran como él las había predicho. Sin embargo, comprobó como los acontecimientos se siguieron con asombrosa precisión y quedó muy impresionado por el temor que genera este trastorno en el ritmo luz-oscuridad. Gracias a este fenómeno, el joven Santiago cayó en la cuenta, que el hombre, un simple mortal desvalido ante las fuerzas cósmicas, tiene a su servicio a la ciencia, un valioso instrumento de previsión y dominio.

Cuando Santiago estaba en Ayerbe, empezó a ser el líder de la cuadrilla de chiquillos con los cuales se dedicaba a cometer diversas travesuras, como saquear huertas. Aprendió a manejar el garrote, la flecha y la honda con singular maestría y construía corazas, yelmos y flechas para las guerras organizadas en las que participaban. Adquirió gran pericia en la fabricación de flechas (Cannon, 2006), aprovechando la amistad con los aprendices zapateros con el fin de lograr la materia prima: las leznas rotas. Por esta época es precisamente cuando empiezan a mostrarse sus apetencias artísticas.

Empezó entonces a dibujar todo cuanto veía, aldeanos, carros, gatos, perros, caballos, paisajes. El siguiente paso fue embadurnar sus dibujos de colores, y empezó a cultivar esa habilidad para obtener lo máximo de lo más mínimo. Como no tenía como adquirir colores y posteriormente su padre le prohibió pintar, Santiago empezó a crear opciones para obtener colores. Raspaba las pinturas de las paredes o ponía en remojo el forro intensamente coloreado de los librillos de papel de fumar. Como no tenía pinceles utilizaba papeles pintados enrollados, que al empaparse de agua liberaban su coloración y debido a sus tendencias artísticas empezó a apegarse a la soledad y aislamiento para desarrollar su pasatiempo favorito. Ambos factores, la capacidad para reproducir imágenes y una predisposición para solventar las dificultades materiales con procedimientos alternativos, serían fundamentales en la futura carrera del científico (Cannon, 2006; Baratas y Santesmases, 2001).



**Figura 11.- Ermita de la Virgen de Casbas, cerca de Ayerbe (Huesca). Acuarela.1860 (Ramón y Cajal, M., 2007).**

Pero Santiago estaba imbuido en un medio que no era propicio para su pasión. El sagrado temor a la pobreza que la vida había depositado en el corazón de don Justo Ramón, convirtió al padre de Cajal en un positivista exagerado y casi paranoico que despreciaba toda cultura literaria o artística como ornato innecesario.

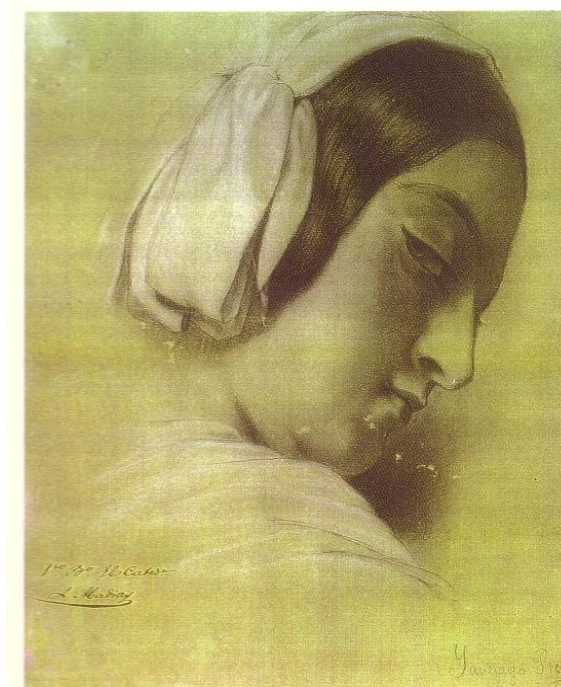
Don Justo proyectó en Santiago todas sus frustraciones y traumas obsesivos. La vida familiar de los Ramón se desarrollaba bajo un régimen casi tiránico de previsión económica exacerbada. Cajal se lamentaría más tarde, de un ideal de vida tan triste y mezquino. Para los Ramón no había arte, ni música, ni lectura de novelas, ni espectáculos teatrales (Cannon, 2006). Don Justo consideraba que el hombre habría de adquirir y emplear sus conocimientos para fines provechosos y el niño debía ser educado por el camino más directo y rápido para enfrentarse a las responsabilidades de la vida. Por ello, don Justo decidió que Santiago debía de ser médico, cuando éste aún no había cumplido los diez años.

Cajal empezó a dibujar paisajes, guerras asoladoras de héroes griegos y romanos, así como santos activos y no contemplativos, uno de ellos era el retrato del apóstol Santiago (patrón de España), a quién pintaba a caballo, impávido, con revuelta barba, con espada y escudo sobre un campo de moros. Aburrido su padre de decomisar papeles, pinceles y lápices, decidió resolver el problema de una vez por todas. Como en el pueblo no había nadie con suficientes conocimientos, recurrió entonces a someter la obra de su hijo al juicio de un revocador de fachadas y decorador forastero que había llegado a Ayerbe para arreglar la iglesia deteriorada por un incendio. El veredicto fue totalmente negativo, ante lo cual y después de reunión familiar, don Justo decidió que Santiago abandonara el arte y se convirtiera en médico, se confiscaron todas las herramientas que le permitieran cultivar su vena artística y se inició una guerra entre don Justo y Santiago que duró 12 años y que terminó ganando don Justo, pues Santiago se hizo médico, pero su especial predilección y capacidad por el dibujo terminó marcando su actividad científica y profesional (Cannon, 2006; Ramón y Cajal, M., 2007).

Esta “guerra por el dibujo” tuvo diferentes batallas importantes. Don Justo decide enviar a Santiago con diez años a estudiar a Jaca (en 1861), para entrar al colegio de los escolapios mientras vivía en casa de un tío materno. En el colegio imperaba una disciplina férrea y el “régimen del terror” del padre Jacinto, que incluía entre los castigos ayunos, encierros, golpes y humillaciones, todos los cuales sufrió Santiago por su rebeldía constante. A punto de ser expulsado, sólo aprobó el curso porque el tribunal estaba formado por catedráticos del Instituto de Huesca y uno de ellos era amigo de don Justo (Cannon, 2006).



Cuando Santiago volvió a Ayerbe, era su estado tan lamentable que su madre se asustó al verle. A don Justo también le pareció excesiva la severidad del colegio y lo trasladó al Instituto de Huesca, donde estudió el resto del bachillerato. De tal instituto, don Santiago recuerda con aprecio a los profesores de latín y geografía, y las asignaturas que le influyeron positivamente fueron la retórica y la poética, la física y la química con sus fabulosos experimentos de laboratorio. En cambio no le interesaban la historia, la psicología, la lógica y la ética ni el griego. Cajal, como dice Cannon (2006) fue un estudiante de irregular dedicación y bajo rendimiento. Para tratar de encausarlo su padre decidió que compaginara sus estudios con ser mancebo de una barbería y cuando no consiguió aprobar el griego, interrumpió un año sus estudios colocándolo de aprendiz de zapatero de Gurrea de Gállego, una de las pequeñas aldeas en la que trabajó don Justo. Durante todo este tiempo Cajal se refugió en el dibujo, se rindió a su pasión mientras pasaba el terrible curso en Jaca, mientras fue estudiante en Huesca, mientras fue aprendiz de barbero o de zapatero, y totalmente descontento del mundo en que vivía se refugió dentro de sí mismo, como dice en sus *“Recuerdos”* (Cajal, 1923/2006).



**Figura 12.- Primer Premio obtenido en el Instituto de Huesca. 1867-1868. (Ramón y Cajal, M., 2007).**



Cuando su padre dispuso que volviera al Instituto de Huesca, Santiago se comprometió a estudiar seriamente con la condición de matricularse en un curso de dibujo que se impartía en una academia en Huesca y don Justo no tuvo otra opción, más que aceptar. Esta batalla la ganó Santiago y obtuvo el primer sobresaliente de su vida (López-Piñero, 2000) y como nos lo recuerda su nieta, después del humillante veredicto del revocador, el entendido profesor del Instituto, don León Abadías le dio matrícula y premio, además de aconsejarle a su padre que lo enviase a estudiar Bellas Artes, porque en sus inclinaciones artísticas había algo más que una simple afición pasajera, pero fue en vano (Ramón y Cajal, M., 2007). Don Justo no dio su brazo a torcer, Cajal sería médico. Las imposiciones de don Justo templaron como el acero la personalidad de Santiago y cuantos más problemas le surgieron en la vida más trabajó para encontrar soluciones.

Por esa época en que lo pintaba todo, Santiago empezó a trabajar en la apreciación de las tonalidades cromáticas y decidió construir una especie de diccionario de los colores en el que se propuso reproducir todos los matices de los objetos naturales, dando a cada color un número de orden. Mientras tal sistematización tuvo que ver con las rocas, los insectos y las flores silvestres, Santiago logró sus objetivos, cuando tuvo que ver con las flores cultivadas (empezó a meterse en líos con los dueños de las mismas) y otros objetos, la dificultad aumentó (Leirós, 1977). Lo interesante es observar como en esta especie de fiebre sistemática del color, empieza a gestarse su espíritu metódico y ordenado, que fue fundamental dentro de su labor científica posterior.

Las manifestaciones artísticas de Cajal tenían que ver por un lado con el dibujo, pero también con la literatura y con la fotografía. Don Justo consideraba que las novelas y la literatura no merecían mejor juicio que la pintura, por lo tanto Santiago sólo pudo leer en su infancia algunas novelas de escasa altura literaria que guardaba la madre en un baúl de sus tiempos de soltera y, por supuesto, a escondidas de don Justo (López-Piñero, 2000). Pero en el verano de 1863<sup>8</sup>, Santiago descubre en el desván de un vecino confitero una biblioteca completa. A escondidas y sin permiso de nadie, fue sacándolos uno a uno y leyéndolos con

---

<sup>8</sup> Según López-Piñero (2000) estos hechos ocurrieron en 1863, pero Dorothy Cannon (1981) los refiere en el verano de 1864.

avidez. Una vez leídos los colocaba en su sitio y así pudo conocer a Dumas, Quevedo, Cervantes, Víctor Hugo, etc., e imbuirse en el mundo de la literatura romántica (Cannon, 2006). Este gusto por la literatura lo conservó toda su vida e incluso incursionó en la ficción, escribiendo y publicando varios cuentos años después.



**Figura 13.- Oleo sobre lienzo. Paisaje entre Biescas y Panticosa (Huesca). (Ramón y Cajal, M., 2007).**

Pero unas de sus más grandes pasiones fue la fotografía. El primer conocimiento que tuvo Cajal de la fotografía fue el descubrimiento de su principio físico, es decir, el de la imagen reflejada en un cuarto oscuro. Fue debido a una casualidad, cuando cumplía un castigo escolar encerrado en un sótano. Allí tuvo la suerte de descubrir el fenómeno físico que Leonardo y Jacomo della Porta estudiaron para sus reproducciones perspectivísticas (Romero, 1984). Cuando aún estaba en Ayerbe fue castigado en la escuela debido a sus famosas caricaturas, que corrían de mano en mano de los alumnos. Lo encerraron en el calabozo, un sótano muy oscuro plagado de ratones y en el que la atenuada luz pasaba por las grietas del ventanuco que daba a la plaza del pueblo. Santiago sin saber qué hacer, se puso a mirar el techo y observó que el rayo de luz que entraba en la habitación proyectaba invertido todo lo que pasaba por la plaza. Con ayuda de papeles y

saliva achicó la brecha del ventanillo y descubrió alborozado que las figuras se hacían más nítidas. Fue para él un gran descubrimiento (Leirós, 1977).



**Figura 14.- Composición en color con una chica joven (procedimiento tricrómico papel), 1907(Ramón y Cajal, M., 2007).**

Pero la verdadera impresión que le produjo la fotografía ocurrió por 1868 y en la ciudad de Huesca. Cajal ya conocía la fotografía y se había cruzado con los fotógrafos ambulantes que practicaban el primitivo proceder de Daguerre (Ramón y Cajal, M., 2007). La fotografía o daguerrotipo había sido introducida en España por el médico Pedro Felipe Monlau en 1839 (López-Piñero, 2000), pero lo que asombró a Cajal fue conocer directamente la técnica de la fotografía al colodión húmedo, un proceder difícil que obliga luchar heroicamente con la rebeldía de los baños de plata y la desesperante lentitud de la exposición. Gracias a un amigo que conocía a unos fotógrafos, pudo entrar en el cuarto oscuro, conocer sus técnicas y las materias que usaban, además del colodión húmedo, el yoduro, bromuro de plata, el ácido

pirogálico y la sensibilización del papel albuminado (Ramón y Cajal, M., 2007; Romero, 1984).

Desde los 18 años comenzó su afición por la fotografía, conociendo todas las tretas para trabajarla. Durante 50 años mantuvo su pasión y conoció todas las etapas evolutivas de la fotografía a medida que pasaban los años, desde la placa daguerriana, el colodión húmedo, el gelatino-bromuro de Bennet y Monckhoven, donde los minutos se convirtieron en fracciones de segundo y donde era posible abordar la instantánea del movimiento. Ya en su madurez manejó el autocromatismo de Vögel y las emulsiones argentícas hasta llegar a las nuevas técnicas para fotografiar los colores (Romero, 1984).



**Figura 15.- Paula, hija de Cajal. Fotografía en vidrio (procedimiento gelatina-bromuro), 1925 (Ramón y Cajal, M., 2007)**

El dibujo, la fotografía y la literatura fueron tres pasiones que con el tiempo, se convirtieron en aliadas inestimables para su labor científica, donde como veremos confluyeron, ofreciéndole una visión diferente, que le hizo ser superior a los científicos de su época.

Por el otoño de 1868, Cajal empezó a tomar en serio sus estudios. Asignaturas como física, química o historia natural empezaron a tener un especial

interés para Santiago, los experimentos de química y de física le fascinaban, comenzó a estudiar matemáticas por su cuenta, al descubrir que el universo entero, tanto lo infinitesimalmente pequeño como infinitamente grande estaba construido con arreglo a fórmulas (Cannon, 2006; Ramón y Cajal, M., 2007). Ante esta nueva actitud de Santiago, don Justo por fin empezó a tener la esperanza de que acabara convertido en un buen médico y por ello lo matriculó en la Universidad de Zaragoza. En septiembre de 1869, Cajal se matriculó en el curso preparatorio, primero de los que integraban el plan de enseñanza médica vigente por aquél entonces (López-Piñero, 2000).



**Figura 16.- Cajal Estudiante de Medicina en 1876 (con 25 años) en la Universidad de Zaragoza (Rodríguez, 1987).**

**IV.- CAPITULO 2.**  
**FORMACIÓN COMO CIENTÍFICOS**  
**Y PRIMEROS TRABAJOS.**



## IV.- CAPITULO 2. FORMACIÓN COMO CIENTÍFICOS Y PRIMEROS TRABAJOS.

### 1.- PAVLOV Y SU FORMACIÓN UNIVERSITARIA.

Pavlov ingresa en la Universidad de San Petersburgo en 1870, tiene 21 años y en ella estudiará en la Facultad de Ciencias Naturales para especializarse

en química y fisiología animal (Zumalabe y González, 2005). Se traslada a San Petersburgo, la ciudad donde viviría el resto de su vida<sup>9</sup> (Boakes, 1989). Curiosamente, su llegada a la Universidad coincidió con la salida de Sechenov<sup>10</sup>, por lo tanto Pavlov recibió clases de su sucesor, el profesor Ilya Tsion, quién le introdujo formalmente en la fisiología por medio de su materia, la fisiología de los animales, materia que eligió Pavlov como asignatura principal (Fernández, 2006).

La Universidad de San Petersburgo era famosa por ser el centro de la comunidad científica que forjó Pedro el Grande, quien buscó modernizar al país trayendo expertos en ciencia y tecnología de occidente. La Universidad albergó a algunas de las más grande figuras de la ciencia rusa, como por ejemplo, el químico Dmitry Mendeleyev, famoso por ser el creador del sistema periódico (fundamento de la tabla periódica de los elementos) o el gran y polémico fisiólogo Ivan Schenevov. Pavlov recuerda que en esa época la facultad era excepcional pues tenían una serie de profesores con una gran autoridad científica y con un talento excepcional como conferenciantes (Todes, 2000).

El profesor Ilya Fadeyevich Tsion era un hombre de gran talento, gran investigador, inspirado profesor y con una gran reputación internacional. Como dice Pavlov en su autobiografía, Tsion le produjo una gran impresión y le asombraba la manera sencillamente magistral con que exponía las cuestiones más complejas de

---

<sup>9</sup> Según Boakes (1989) y Fernández (2009), el traslado lo hizo Pavlov con otros dos compañeros a pie tras duras jornadas. Más de 900 km distanciaban a Riazán de San Petersburgo.

<sup>10</sup> Quien se había ido de la Universidad después de tener una serie de enfrentamientos con las autoridades de la Universidad (Todes, 2000).



la fisiología y su capacidad de verdadero artista para realizar experimentos (Pavlov, 1982; Asratian, 1949; Boakes, 1989; Todes, 2000).



**Figura 17.- El Profesor Ilya Tsion (1843-1912) (Zimmer, 2004).**

El contacto con el profesor Tsion fue decisivo para que Pavlov siguiera el camino de la investigación en fisiología. Era uno de los grandes maestros de las técnicas experimentales, manifestaba una gran seguridad y habilidad manual, y publicó el primer manual de técnicas de fisiología experimental (Fernández, 2006). Tsion también mostró interés por aquel joven investigador que ya en su tercer año de estudios había decidido ser fisiólogo y al que le ofrece realizar su primer trabajo experimental sobre la inervación del páncreas. Este trabajo retrasó su graduación un año, pero le permitió adquirir las delicadas y rápidas técnicas quirúrgicas que a la postre serían un elemento clave de su éxito posterior. En el cuarto curso terminó el trabajo en colaboración con el estudiante Afanasiev. El estudio fue premiado con medalla de oro y le permitió ganar una beca de postgrado de cuatro años (Asratian, 1949; Boakes, 1989).

En 1875 Pavlov terminó sus estudios en la Universidad de forma destacada, obteniendo el título de candidato a doctor en Ciencias Naturales. El joven científico inicia así su carrera. Era un cirujano excepcionalmente hábil, que manejaba con exactitud los métodos quirúrgicos, era veloz, sin movimientos innecesarios y trataba

con delicadeza a los tejidos (Babkin, 1949). Ahora Pavlov tenía la plena seguridad de que quería ser fisiólogo, pero también sabía que tendría mayores probabilidades de conseguir una de las escasas plazas como profesor de fisiología, si obtenía su graduación en la Facultad de Medicina. La mejor Facultad de Medicina de Rusia era la Academia Médico-Militar de San Petersburgo (Todes, 2000). Tsion impresionado por el buen trabajo de Pavlov le ofreció ser su asistente de investigación en tal academia pues él era profesor allí<sup>11</sup>. La ayudantía era una magnífica oportunidad, por un lado, era un excelente complemento a la modesta beca que le mantenía y por otro lado, le habría permitido continuar su formación investigadora y mantener su decisión de estudiar un segundo título universitario: el de medicina. Pero desafortunadamente no pudo ser así, ya que Tsion tuvo que irse de San Petersburgo. Pavlov se quedó sin su mentor y sin un poderoso profesor que le apoyara para poder optar a las posibles futuras vacantes de profesor de fisiología.

El profesor Tsion era un fisiólogo brillante pero muy particular. Mayor que Pavlov en tan sólo seis años, en tiempo efectivo fue realmente su mentor durante dos años. No obstante, dejó una marca indeleble en su formación y en su memoria. Para Pavlov un profesor así no podía olvidarse en la vida. En esta época, algunos fisiólogos sostenían una visión reduccionista para afrontar su ciencia, esto quería decir que consideraban que la mejor forma de estudiar el animal era reduciéndolo a su parte más simple, que ellos consideraban que era la célula. Tsion discrepaba con este acercamiento reduccionista. Al igual que su profesor, el fisiólogo francés Claude Bernard, Tsion creía que el estudio debía subir un nivel más alto, donde se estudiarían los órganos del animal, como el corazón, el sistema digestivo o el cerebro, pues estos órganos realizaban funciones básicas y fundamentales para la vida animal. Entender procesos como la circulación, la digestión o los pensamientos implicaba que el fisiólogo estudiara estos órganos. Para Tsion una visión reduccionista no nos acercaría a responder preguntas básicas como qué hace que la sangre fluya por todo el cuerpo, o cómo se convierte el alimento en energía y sobre todo cómo aprende un animal de su entorno y responde ante él (Todes, 2000).

---

<sup>11</sup> Nuevamente heredaba el puesto de Sechenov, quien renunció en señal de protesta por no haber confirmado la Academia Médico-Militar a Mechnikov (eminente biólogo ruso) como profesor de la misma. Sechenov fue profesor de las Universidades de Odesa, San Petersburgo y Moscú.

¿Cómo podría afrontar el fisiólogo el estudio de tales órganos? La respuesta de Tsion, como la de Bernard, estaba en la vivisección (la disección de organismos vivos) y la experimentación. Tsion enseñó a sus estudiantes a realizar experimentos de vivisección sobre mamíferos como conejos, gatos y perros, lo cual requería no sólo una buena técnica quirúrgica sino también nervios de acero. Se hacían las intervenciones y se observaban los resultados para poder dilucidar los mecanismos de control que gobernaban al órgano objeto de estudio. Bajo la tutela de Tsion, Pavlov se convirtió en un cirujano experto. Además Pavlov tenía la cualidad de ser ambidiestro y podía realizar cortes fácilmente con cualquier mano durante las operaciones. Pavlov dedicaba la mayor parte de las tardes a trabajar en el pequeño laboratorio de Tsion y a ampliar sus conocimientos sobre las líneas de investigación de los órganos digestivos y del corazón (Todes, 2000).

Pero Tsion, como hemos dicho, tuvo que irse de San Petersburgo. Tsion tenía un gran número de enemigos dentro de sus colegas, no sólo por su personalidad (le calificaban de arrogante y frío) sino también porque a muchos de ellos no les gustó la forma en que había obtenido la antigua plaza de Sechenov. Además Tsion fue muy crítico con la posición materialista radical de Sechenov, cosa que no agradaba a los radicales y liberales de la época. Tampoco caía bien a muchos conservadores por ser judío. A esto se sumó su implacable actitud con los alumnos que hacían mal sus exámenes, lo cual le hizo bastante impopular. Pero cuando suspendió a más de cien alumnos de su clase de fisiología, se produjo un motín entre ellos que desencadenó en una serie de acontecimientos que terminaron con su dimisión y su partida de Rusia (Babkin, 1949; Boakes, 1989; Todes, 2000). Tsion se trasladó a París donde trabajó bajo el apoyo de Claude Bernard y realizó su tercer doctorado, obtuvo la ciudadanía francesa y terminó sus días en París<sup>12</sup> (Zimmer, 2004).

De hecho Pavlov, al ser un alumno que apoyaba a Tsion, fue tratado por algunos alumnos como si fuera un “espía”. Al final, tal situación privó a Pavlov de su querido profesor y de las oportunidades que con él se abrían. Rechazó trabajar con el nuevo profesor de fisiología que reemplazó a Tsion (Ivan Romanovich

---

<sup>12</sup> Cuando Tsion rehace su vida en Francia se cambia su nombre a Élie de Cyon (Zimmer, 2004).

Tarkhanov) y se aventuró a una de las etapas más difíciles de su vida (Babkin, 1949).

Afortunadamente durante algún tiempo se pudo colocar como auxiliar técnico del profesor Ustimovich en la Cátedra de Fisiología del Instituto Veterinario mientras continuaba sus estudios en la Academia Médico-Militar para ser médico<sup>13</sup>. Trabajó con Ustimovich entre 1876-1878 y realizó una serie de valiosos trabajos sobre la circulación sanguínea. En esta época empiezan sus trabajos sobre la circulación de la sangre y la innervación del corazón, que fue su principal interés durante 12 años, entre 1876-1888.

Desde esa época empezó a estudiar el organismo íntegro y en las condiciones más naturales posibles. Por ejemplo, después de muchas dificultades logró medir la tensión sanguínea de los perros sin tener que adormecerlos ni tener que sujetarlos a la mesa de operaciones (Asratian, 1949). Por esta época también logró desarrollar un nuevo procedimiento para hacer una fístula pancreática permanente, trabajo que publicó posteriormente en 1879 (Babkin, 1949). Con los beneficios de este trabajo y los ahorros que pudo hacer, Pavlov pudo permitirse viajar en el verano de 1877 a Breslau (Alemania)<sup>14</sup>, para conocer los trabajos del destacado fisiólogo Heidenhain. Allí estudió la ligazón de los conductos pancreáticos del conejo, sobre lo cual versó su primera publicación en 1878 (Babkin, 1949; Asratian, 1949).

El año 1878 supone un punto de inflexión en la carrera de Pavlov. Ese año el célebre clínico (médico personal de la esposa del Zar) y profesor de la Academia Médico-Militar, Sergei Botkin, decidió crear un pequeño laboratorio para poder probar diferentes medicinas en animales (Todes, 2000). Bobkin, era un clínico ruso excepcional para la época, pues era representante de la escuela de “medicina científica”, que reemplazaba el empirismo en la medicina por el trabajo experimental para enfrentar los problemas médicos. Desde que en 1856 asistiera junto con Sechenov a las clases de Du Bois-Reymond en Berlín, estaba convencido de la

---

<sup>13</sup> Como hace notar Babkin (1949) en ese entonces la Academia Medico-Militar se llamaba Academia Médico-Quirúrgica y tenía todavía una división veterinaria que más tarde fue suprimida.

<sup>14</sup> La ciudad de Breslau en ese entonces era parte de Alemania, hoy pertenece a Polonia.

necesidad de desarrollar la fisiología experimental para el progreso de la medicina, por eso mantenía su laboratorio animal en el jardín de su clínica (Fernández, 2006). Debido a su especial interés por la fisiología, mantuvo siempre una activa relación con Sechenov y con Carl Ludwig (Babkin, 1949).

Pero Botkin estaba demasiado ocupado para poder él mismo supervisar el laboratorio, por lo cual pidió consejo a un joven médico amigo, el doctor J. J. Stolnikov (Babkin, 1949) sobre quién podría ocupar ese cargo, quién le recomendó a Ivan Pavlov. Stolnikov y Pavlov habían trabajado juntos y a Stolnikov le había impresionado gratamente una investigación hecha por Pavlov sobre la circulación de la sangre, realizada en el Instituto de Veterinaria (Fernández, 2006).

Pavlov se convirtió en el auxiliar técnico del laboratorio de Botkin, pero en términos reales Pavlov era el jefe del laboratorio, ya que las múltiples ocupaciones de Botkin impedían que éste supervisara el trabajo de los diferentes estudiantes. Pavlov tenía la autonomía y el liderazgo para manejar todos los asuntos del laboratorio. Esta situación como resalta Babkin (1949) era absolutamente excepcional, pues lo normal era que un estudiante recién graduado estuviera bajo la tutela de otra persona y no dirigiendo las investigaciones científicas de otros estudiantes en el laboratorio anexo a una de las clínicas más famosa de Rusia.

En diciembre de 1879 Pavlov finalizó sus estudios en la Academia, obteniendo el título de médico y siendo premiado con la medalla de oro por sus trabajos científicos y autorizándosele, mediante concurso, el poder permanecer becado por cuatro años (1880-1884) realizando sus estudios de postgrado. Esto le permitió dedicarse por completo al trabajo de investigación en el laboratorio de Botkin (Asratian, 1949; Fernández, 2006).

Asratian nos describe así el laboratorio: “En una pequeña y ruinosa casucha, construida no se sabe si para vivienda del conserje o para baños, pero completamente inadecuada para el trabajo científico, sin la menor instalación apropiada para laboratorio, Pavlov, siempre apurado en medios para adquirir animales de experimentación y para atender a otras necesidades del trabajo de

investigación, desarrolló una intensa actividad” (Asratian, 1949, p. 12). En los años de trabajo con Botkin (1878-1890), Pavlov ganó muy poco dinero, pero fue un golpe de suerte para su futuro como científico. Desde 1886 fue designado oficialmente director del laboratorio y tal independencia le permitió desplegar su talento y dar libertad a su iniciativa creadora con la inagotable energía que siempre le caracterizó.

Gracias a su talento y dedicación alcanzó grandes resultados científicos en el estudio de la fisiología de la circulación sanguínea y de la digestión, así como en algunos problemas de farmacología, destacándose como experimentador, teórico, organizador y dirigente de trabajos científicos muy amplios y complejos. Uno de los principales intereses de Botkin por aquella época era estudiar la acción de diferentes sustancias en el corazón y el sistema vascular, por lo que las investigaciones eran principal, aunque no exclusivamente, de carácter farmacológico. Botkin perfilaba los problemas pero la planificación y funcionamiento de los experimentos recaían sobre Pavlov (Asratian, 1949; Babkin, 1949).

Es importante recordar, que desde 1870 la reforma educativa del Conde Tolstoi daba una gran importancia a los trabajos experimentales para obtener el título de Licenciado en Ciencias, se decía que así los estudiantes tendrían menos tiempo para realizar actividades ilegales. Esta era la razón principal por la cual los estudiantes se disputaban el entrar en un laboratorio donde pudieran realizar las actividades experimentales dentro del tiempo exigido. Pronto Pavlov ganó reputación entre los jóvenes estudiantes de medicina en San Petersburgo pues podía sugerir temas interesantes, sabía orientar los trabajos, supervisarlos y llevarlos a cabo en el tiempo acotado para ello, garantizando la obtención del título a los estudiantes (Fernández, 2006).

A pesar de la penurias económicas que vivieron Pavlov y su familia en estos años en el laboratorio de Botkin, Pavlov siempre recordó con especial afecto tal época. En su autobiografía decía: “A pesar de que en este laboratorio tropecé con no pocos inconvenientes –sobre todo, la escasez de medios-, considero que el tiempo que pasé allí fue de gran provecho para mi futuro científico. En primer lugar, la completa independencia y, además, la posibilidad de poder entregarme por

entero al trabajo de laboratorio” (Pavlov, 1982). Aunque tenía que dedicar tiempo y esfuerzo, que robaba a su propio trabajo de investigación doctoral, ganó una experiencia fundamental para su futuro trabajo como director de su propio laboratorio.

Como refiere Asratian (1949) Pavlov siempre recordó con agradecimiento a Botkin, no sólo por la posibilidad que le había dado de trabajar y desarrollarse científicamente, sino también por el gran apoyo ideológico que recibió de él. Ideas como el importante papel del sistema nervioso en la actividad normal y patológica del organismo, así como el necesario acercamiento de la medicina clínica a la fisiología experimental, son una influencia importante de Botkin. De hecho el mismo Pavlov consideró que Botkin personificaba la legítima y fructífera unión de la medicina y la fisiología, esos dos géneros que sostenían el edificio de la ciencia del organismo humano.

De esta época vienen sus celebres investigaciones acerca de los nervios centrípetos del corazón. Sus estudios determinaban que la estimulación eléctrica de los nervios cardíacos no solo aceleraba o retrasaba los latidos, sino que además aumentaba o disminuía su fuerza contráctil, demostrando que los nervios del corazón actúan tanto en la dinámica como en el ritmo cardíaco. Era la primera vez que se obtenían estos resultados de un animal de sangre caliente como el perro y sus resultados coincidían con los del fisiólogo inglés Gaskell, que había trabajado con ranas y tortugas (Fernández, 2006).

Con las anteriores investigaciones obtiene el Grado de Doctor en Medicina en 1883 con Medalla de Oro y el título de Docente en 1884, es decir, profesor asociado en fisiología en la Academia Médico-Militar, además de una beca de dos años para estudiar fuera de Rusia entre 1884 y 1886. El Instituto de Estudios de Postgraduados estaba ligado a la escuela de medicina y de los diez graduados seleccionados al terminar, dos eran elegidos para ampliar sus estudios fuera de Rusia por un período de dos años. Pavlov fue uno de los seleccionados. (Asratian, 1949; Fernández, 2006).

Pavlov viajó a Alemania y estudió con dos fisiólogos importantes de la época, por un lado, con Rudolf Heidenhain en Breslau, con el que ya había pasado una estancia corta años atrás y por otro lado, con Karl Ludwig en Leipzig (Asratian, 1949). De sus estancias obtuvo ideas importantes para enfrentar temas de interés común, como el sistema circulatorio y el digestivo, pero también aprendió cómo funcionaban dos de los grandes laboratorios de Europa, tanto Heidenhain como Ludwig no trabajan solos ni en pequeños espacios, al contrario, tenían multitud de ayudantes y grandes laboratorios con el equipo más moderno. Pavlov se dio cuenta que esto permitía un trabajo mucho más eficiente que el desarrollado en los pobres laboratorios rusos (Todes, 2000).

De la anterior época (nos refiere Asratian, 1949) corresponde la elaboración de un nuevo y original método para el aislamiento del corazón y de los pulmones, con el fin de subsanar importantes problemas prácticos y científicos relacionados con la fisiología de la circulación sanguínea y con la farmacología. Cuando Pavlov regresa a Rusia, tiene sólidos fundamentos para sus futuras investigaciones sobre la fisiología de la digestión que le llevarán al éxito internacional y el reconocimiento con el Premio Nobel.

Sin embargo, Pavlov tiene que enfrentarse a las difíciles condiciones materiales y las reducidas posibilidades de su miserable laboratorio. Para finales de la década de 1880, Pavlov se siente muy frustrado por las restricciones de su laboratorio y la imposibilidad de experimentar con animales “normales”.

Es importante recordar, como dice Todes (2000), que para Pavlov, el fisiólogo puede realizar dos tipos de experimentos, ya sea de tipo “agudo” o de tipo “crónico”. Cada uno ofrecería un tipo de conocimiento diferente. El primer tipo, consistía básicamente en que el fisiólogo actuará sobre el animal para después ver los resultados. Por ejemplo, si se quiere saber qué pasa con el alimento una vez lo digiere el animal, en un experimento de tipo agudo, luego de alimentar al animal se procedería a abrir y ver el contenido de su estomago. Esto, obviamente implicaría dos posibilidades, o que el animal se retuerza de dolor o anestesiarlo. Para Pavlov, cualquiera de las posibilidades enturbiaría el resultado del experimento. Ya fuera por el efecto del dolor y el trauma de la cirugía o por la anestesia que se aplicara,

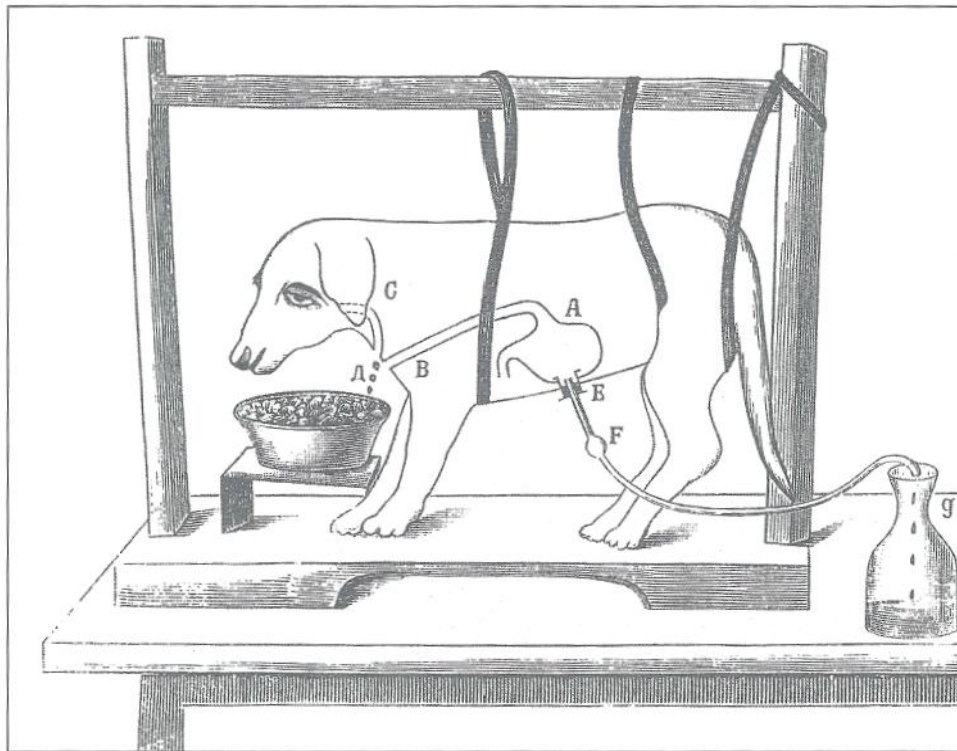


ambas opciones impedirán ver el funcionamiento normal del animal al hacer la digestión. En tal caso, un experimento agudo es como romper con un martillo un reloj, para saber cómo trabaja. Esta técnica permitía al fisiólogo ver los engranajes internos pero como piezas individuales y aisladas, no como un sistema en normal funcionamiento.

Por otro lado, el segundo tipo de experimento, el tipo crónico, aplicaría la cirugía para cambiar al animal y convertirlo en un instrumento experimental vivo. El fisiólogo haría una operación para cambiar o implantar algo en el animal, luego permitiría que éste se recuperase -como cualquier paciente que se recupera de una intervención quirúrgica-, para luego comenzar el experimento (Todes, 2000).

Esta forma de pensar y el desarrollo de excelentes técnicas de intervención quirúrgica marcaron la diferencia en las investigaciones del laboratorio de Pavlov. Por ejemplo, Pavlov y su colaboradora Ekaterina Shumova-Simonovskaia, en 1889 querían saber cómo las glándulas gástricas en el estómago actuaban para secretar el jugo gástrico cuando el animal comía. Otros científicos habían estudiado este tema y habían concluido que la presión física en el estómago causaba que las glándulas produjeran el jugo gástrico. Pero Pavlov no estaba de acuerdo. Él pensaba que el apetito, el deseo del animal por la comida y el placer de recibirla cuando estaba comiendo, producían el jugo gástrico antes de que la comida llegara al estómago. El problema era como comprobarlo (Todes, 2000).

La solución planteada por Pavlov, era operar al perro para implantarle una fístula gástrica y ejecutarle una esofagotomía. La fístula gástrica es un tubo que va desde el estómago y sale fuera del cuerpo. Cualquier jugo gástrico que el estómago produzca saldrá por el tubo y el experimentador podrá recolectar el jugo en una botella para analizarlo. La esofagotomía implica una operación más complicada, en la cual se separa la cavidad bucal de la vía digestiva, de tal manera, que cuando el animal come, el alimento cae por un agujero al exterior en vez de alcanzar el estómago. De esta forma, el animal disfruta comiendo, pero el alimento nunca alcanza el estómago (Todes, 2000).



**Figura 18.- Por medio de esta preparación experimental (Fístula gástrica y esofagotomía) Pavlov demostró la importancia del apetito en el proceso de la digestión (Todes, 2000).**

Pavlov, bajo la perspectiva de los experimentos “crónicos” desarrolló estas intervenciones quirúrgicas en los perros, y esperó a que estos se recuperaran para realizar los experimentos. Descubrió entonces que aún cuando el alimento de estos perros nunca llegó al estómago, las glándulas gástricas producían una gran cantidad de jugo gástrico, producido por la influencia del apetito. Con lo cual, Pavlov había probado su hipótesis utilizando un experimento de tipo “crónico” y hacía evidente que era imposible que los fisiólogos que trabajaban con experimentos de tipo “agudo” pudieran negar la importancia del apetito en la producción del jugo gástrico. Según Pavlov, los problemas del experimento agudo habían engañado a los científicos, ya que un perro que sangra y siente dolor o por el contrario, está anestesiado, no puede experimentar placer mientras come y por lo tanto no produce jugo gástrico. Tal experimento sólo rompe los engranajes de la maquinaria del animal (Todes, 2000).

El problema obvio para Pavlov, al principio de la década de 1880, era poder desarrollar esta serie de experimentos en el laboratorio de Botkin, cuando no contaba con las condiciones mínimas de higiene, esterilidad ni los materiales apropiados para realizar tales intervenciones. El pequeño laboratorio de Botkin estaba mal equipado y cualquier instrumental que Pavlov necesitará, tendría que asumirlo como un gasto propio. Por ello en aquella época la mayor parte de conejos y perros sometidos a cirugías complejas terminaban por morir.

Debemos recordar, como lo hace notar Todes (2000), que en aquella época, hasta ahora los científicos comenzaban a aceptar la existencia de diminutos gérmenes invisibles que podrían matar animales y personas. Se discutía sobre la limpieza que debía guardar un quirófano y era muy común que los cirujanos colocaran sus manos sin lavar sobre las heridas de los pacientes. Por entonces, ningún laboratorio de fisiología tomaba las medidas que Pavlov consideraba necesarias para realizar experimentos con animales que deberían sobrevivir a una compleja cirugía. Estas medidas eran necesarias para desarrollar el tipo de fisiología que Pavlov deseaba, basada en experimentos “crónicos” (Todes, 2000).

A las dificultades del laboratorio se sumaba la precariedad económica de Pavlov y la incertidumbre profesional al no poder obtener una plaza como profesor en una Universidad. Por ejemplo, su candidatura a la cátedra de fisiología de la Universidad de Tomsk (Siberia), se vio frustrada debido al ministro zarista Dellanov, quien prefirió nombrar al Doctor en Zoología Veliki, apenas conocido, debido a la presión de otro ministro. Esta situación provocó la protesta de la opinión médico-científica del país (Asratian, 1949). En la revista “Vrach” apareció un artículo en el que se lamentaba tal situación con estas palabras: “...No podemos por menos de lamentar sinceramente que no se haya designado para esa Cátedra al profesor privado de Fisiología de la Academia, Pavlov, como en principio se había propuesto... Pavlov, a quien hace ya tiempo se considera con razón uno de los mejores fisiólogos de Rusia, presentaba en este caso condiciones especialmente favorables, ya que no sólo es Doctor en Medicina, sino también candidato a Doctor en Ciencias Naturales, aparte de que durante muchos años ha trabajado de manera permanente y ha ayudado a trabajar a otros en la Clínica del profesor S. P. Botkin. Sabemos que el hecho de que Pavlov no haya sido nombrado ha sorprendido, entre

otros, a juez tan competente en esta materia como el profesor Ivan Mijailovich Sechenov” (Asratian, 1949, p: 14-15).

Pero por fin Pavlov fue elegido para el cargo de profesor de Farmacología de Tomsk e incluso de la Universidad de Varsovia. Sin embargo, Pavlov no salió de San Petersburgo, pues el 24 de abril de 1890 fue designado profesor de Farmacología de la Academia Médico-Militar (el peso de su trabajo en el laboratorio de Botkin fue decisivo para que la comisión decidiera su nombramiento), ocupando el cargo durante cinco años, hasta que en 1895 obtuvo la Cátedra de Fisiología de la misma Academia, cátedra que dirigió durante treinta años sin interrupción (Asratian, 1949; Babkin, 1949).

## 2.- CAJAL Y SU FORMACIÓN UNIVERSITARIA.

En 1869 don Justo Ramón está decidido a hacer de su hijo un galeno -como dice el mismo Cajal (1923/2006)- y viajan a Zaragoza para matricularse en las asignaturas del año preparatorio. Cajal tiene 17 años y entra en la Escuela de Medicina de Zaragoza<sup>15</sup>. Con el fin de prevenir que el joven Santiago vuelva a las andanzas lo acomoda de mancebo en la casa de un amigo, paisano y colega, don Mariano Bailo, con excelente reputación como cirujano. Afortunadamente don Justo, gana en 1870 las oposiciones a médico de la Beneficencia Provincial y consigue una plaza, por lo que se traslada a Zaragoza con la familia. Con ello tiene la oportunidad de supervisar personalmente los estudios de Santiago. Además poco después se le confirió el cargo de profesor interino de disección en la Escuela donde estudia su hijo. Inmediatamente se dedicó con celo y ardor a convertir al joven Santiago en un hábil diseccionador (Cannon, 1981).

Padre e hijo empiezan a estudiar anatomía, desmontando cadáveres en la sala de disección del Hospital de Santa Engracia, y trabajan con ahínco, hombro con hombro durante 3 años revisando pieza a pieza, músculos, glándulas, nervios, y comprobando minuciosamente lo escrito en los libros de anatomía. Al final, Cajal

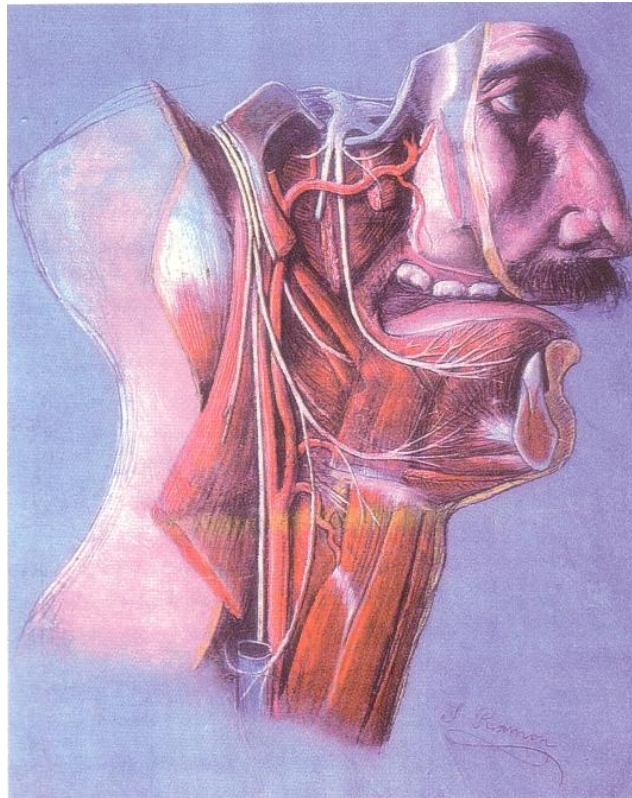
---

<sup>15</sup> La Escuela de Medicina de Zaragoza se convirtió en 1877 en Facultad de Medicina.

veía en el cadáver, no la muerte, sino el admirable artificio de la vida (Cajal, 1923/2006 y Cannon, 1981).

Como libros de referencia, los Cajal tenían el *Curso completo de anatomía del cuerpo humano*, de Jaime Bonells e Ignacio Lacaba, seguramente un ejemplar de 1820 o los cuatro volúmenes del *Traité d'anatomie descriptive* de M. Philibert Sappey, edición castellana de 1854-1858. En este tiempo se forja una nueva relación entre padre e hijo. Después de la lucha intestina que habían vivido, ahora la irritación y severidad habían sido sustituidas por la complacencia paterna (Lopez-Piñero, 2000). Tal era el cambio entre los dos, que ahora el dibujo fue un motivo de orgullo para don Justo, pues Santiago dibujaba con fidelidad y belleza artística las intrincadas estructuras que mostraban las piezas anatómicas. De hecho, don Justo pensó en publicar un Atlas de Anatomía, hermosamente ilustrado con los dibujos de Santiago, pero tal proyecto nunca se realizó por problemas económicos y técnicos de la época (la reproducción de los colores y las artes gráficas se hallaban muy atrasadas en España) (Cannon, 1981).

De este período de formación, Cajal recuerda especialmente a dos maestros. Por un lado, don Florencio Ballarín, profesor de Historia Natural, de quién oyó por primera vez la defensa de la enseñanza científica de la medicina basada en la experimentación. Por otro lado, estaba el profesor de Química, Bruno Solano, quien se distinguía por la elocuencia de sus explicaciones y el uso de metáforas antropomorfas para explicar las relaciones entre los elementos químicos. Bajo su particular visión exponía las aventuras del oxígeno, una especie de don Juan; las venganzas del hidrógeno, amante celoso responsable de tanta viudez molecular, etc. (Cajal, 1923/2006). Tal vez este profesor y su particular forma de exponer los hechos, hayan influido en la particular forma de Cajal para describir el intrincado mundo de las células nerviosas y sus conexiones.



**Figura 19.- Dibujo Anatómico de Cajal con Tizas de colores. Primer año de estudiante de medicina en Zaragoza (1870) (Ramón y Cajal, M, 2007).**

Pese a que Cajal fue un estudiante irregular, no fue un alumno más, en 1872 Cajal gana por oposición el cargo de Ayudante de disección en el segundo año de medicina, encargándose oficialmente desde entonces hasta el final de sus estudios de la ejecución de las preparaciones anatómicas. Para ayudarse, completa sus ingresos con clases particulares de anatomía (Cajal, 1923/2006).

Era el alumno predilecto del profesor de Anatomía don Manuel Daina, quién le anima a presentarse al Premio de Anatomía Topográfica, que finalmente ganó, pero que implicó tal disgusto para Cajal, que prometió no volverse a presentar a concurso alguno. Le tocó describir el anillo inguinal, región donde la pared abdominal se une con el muslo. Enriqueció su descripción con esquemas y dibujos realizados con gran detalle. Luego durante la deliberación del jurado se oyó discutir a los jueces acaloradamente, y aunque obtuvo el premio, uno de los jueces, don Nicolás Montells (profesor de Patología quirúrgica) estaba enojado, pues pensaba

que Cajal se había copiado, ya que para él era imposible que un alumno recordará tan exactamente el conducto inguinal (Cajal, 1923/2006).

Como decíamos, Cajal no era un alumno más, conocía el libro de *Patología Celular* de Virchow y era capaz de polemizar con aquellos profesores que aún defendían las teorías vitalistas (como fue del caso de su profesor Genaro Casas). Virchow proponía a la célula como una entidad viva independiente y protagonista de los trastornos patológicos. Bajo sus ideas e investigaciones, Cajal defendía la supremacía de la célula (Cajal, 1923/2006) y no consideraba la enfermedad -como don Genaro-, un acto defensivo del principio vital, sino el efecto de la acción de las células. En su época de estudiante mostró interés por la filosofía idealista de pensadores como Berkeley, que le impregnaron de un naturalismo positivista, que con los años, contribuyó a dotarle de un estado de espíritu muy propicio para la investigación científica (Ramón y Cajal, S., 2007).

Debemos recordar que por esta época, la medicina basada en la experimentación y el método científico está luchando por abrirse paso en medio de la medicina dominada por el empirismo y el vitalismo. El vitalismo estaba inspirado en el hipocratismo y como lo llama Cajal, era la medicina que podría denominarse “prebacteriana”, contra la cual surgen las tendencias materialistas de la química, la histología y posteriormente, la bacteriología (Cajal, 1923/2006). El vitalismo consideraba que los organismos vivos se caracterizaban por poseer una fuerza o impulso vital, diferenciándose de las cosas inanimadas. Esta fuerza vital no se podía estudiar por la física y otras ciencias y sin ella sería imposible la existencia.

En 1873, Santiago tiene 21 años y se ha licenciado en Medicina<sup>16</sup>. Debido a sus excelentes conocimientos anatómicos, su padre le animó a preparar

---

<sup>16</sup> Cajal aún no lo sabía, pero el 16 de febrero de 1873 se empezó a gestar una verdadera revolución en la neurociencia, que afectaría directamente el futuro científico de Cajal. Golgi escribe a Manfredi, comentándole que ha encontrado una nueva reacción para demostrar la estructura de la corteza cerebral: ha dejado reaccionar con nitrato de plata piezas de cerebro endurecido en dicromato potásico (Mazzarello, 1999, citado por DeFelipe, 2007). Esta técnica permitía visualizar las neuronas y la neuroglía tiñéndolas de negro. Golgi publicó el método el 2 de agosto de 1873 en la *Gazzeta Medica Italiani*. Por primera vez se podía ver el cuerpo celular, las dendritas y el axón en las células nerviosas y los cuerpos celulares y sus prolongaciones en el caso de la neuroglía. (De Felipe, 2007).

oposiciones para la cátedra de anatomía descriptiva, que no pudo preparar pues Santiago fue llamado a cumplir el servicio militar obligatorio que había decretado el presidente Emilio Castelar. Cajal prefirió incorporarse al ejército como médico militar y tras una preparación de dos meses, obtuvo plaza con graduación de teniente médico. Se incorpora al regimiento de Burgos, en la provincia de Lérida y durante siete meses pertenece a un regimiento cuya misión es defender las poblaciones del llano de Urgel de las partidas carlistas. En 1874 recibe la orden de incorporarse al ejército expedicionario de Cuba. Se traslada a Cádiz y embarca en el “*España*”, dieciocho días más tarde llega a la Habana.

Una vez en la Habana, renunció a utilizar las cartas de recomendación que le dio su padre para facilitar la obtención de un destino exento de riesgos. Por ello, fue enviado a la enfermería de Vista Hermosa, una de las más lejanas y peligrosas, donde atendió a cientos de soldados enfermos de paludismo y disentería, enfermedades que él también sufrió a las pocas semanas. Posteriormente, fue enviado a la enfermería de San Isidro, lugar aún más insalubre que Vista Hermosa. En su nuevo destino vivió de cerca la desorganización y la corrupción administrativa que se extendía desde el jefe de la guarnición hasta los cocineros y practicantes. Se negociaba con la comida y con la quinina, sufriendo los enfermos, que eran dos tercios de la guarnición. Gravemente enfermo de caquexia palúdica incompatible con todo servicio, recibió la baja definitiva del ejército para regresar a España en 1875 (Ramón y Cajal, S., 2007).

Cajal desembarcó en España, en junio de 1875, después viajó a su casa en Zaragoza, donde mejoró ostensiblemente gracias a los cuidados maternos. Ante la necesidad de trazarse un futuro, sigue los consejos de su padre y retoma el estudio de la histología y la anatomía con el fin de presentarse a unas oposiciones de cátedra. Afortunadamente gracias a los contactos y ayuda de su padre, en noviembre de 1875, fue nombrado ayudante interino de anatomía por la “Comisión Mixta de Estudios Médicos” en la Escuela de Medicina de Zaragoza. En mayo de 1876 ganó por oposición una plaza de “practicante de primera clase” en el Hospital de Nuestra Señora de Gracia. Cuando la Escuela de Medicina de Zaragoza se convirtió en Facultad de Medicina estatal, en abril de 1877, consiguió el cargo de profesor auxiliar interino de Anatomía, lo que alivia su situación económica, que



complementa con lo que le dan las clases particulares de anatomía (López-Piñero, 2000).

Pero si Cajal quería ser profesor universitario, tendría primero que obtener el título de doctor y el doctorado de medicina sólo podía cursarse en la Universidad de Madrid. Debía aprobar tres asignaturas, historia de la medicina, análisis químico aplicado a las ciencias médicas e histología normal y patológica, por medio de la lectura y defensa de su discurso. Don Justo no le deja viajar a Madrid y hace que se prepare desde Zaragoza, pues temía que lejos de su vigilancia volviera a caer en los devaneos artísticos (Cajal, 1923/2006; López-Piñero, 2000).

Cajal tiene 25 años, cuando en junio de 1877 viaja a Madrid y conoce a Aureliano Maestre de San Juan, Catedrático de Histología y quien le iba a examinar para las oposiciones. Don Aureliano se convertiría en una figura fundamental para el futuro de Cajal<sup>17</sup>. Cajal visita su laboratorio y conoce al maestro y a su ayudante Leopoldo López García. Gracias a ellos pudo ver por primera vez preparaciones microscópicas (López-Piñero, 2000). Cajal quedó fascinado ante lo que vio y se propuso a su regreso crearse un pequeños laboratorio micrográfico (Cannon, 1981). El propio Maestre apadrinó su discurso de doctorado sobre la *Patogenia de la inflamación*, tema al que dedicaría tres años más tarde su primera publicación. Su lectura y defensa fue el 3 de julio de 1877 (Cajal, 1923/2006; López-Piñero, 2000).

Es importante aclarar que cuando Cajal estudio en la Escuela de Medicina de Zaragoza no existía en el plan de estudios ninguna asignatura que tratara de la observación con el microscopio, de manera que se alcanzaba la licenciatura sin haber tenido ocasión de dedicarse a esta especialidad (Rocha, 2007).

La Facultad de Medicina de la Universidad de Madrid, era el único centro en el que se impartía la Histología Normal y Patológica, como una de las materias obligadas de que constaba el doctorado. El granadino Aureliano Maestre de San Juan Muñoz destacó como el primer especialista español en histología y gracias a él se crea la primera cátedra universitaria de esta asignatura. Puede ser

---

<sup>17</sup> Para una excelente reseña de la figura de Maestre de San Juan, ver a López-Piñero (2000).

considerado el padre de la histología en España y tal vez fue el único y verdadero maestro de Cajal. Como resalta López-Piñero (2000), la influencia de este histólogo parece definitiva para un joven Cajal, principiante e indeciso sobre la especialidad a la que se dedicará en el futuro. En 1874 Maestre de San Juan fundó la Sociedad Histológica Española. Es importante resaltar que por esta época, los médicos españoles utilizaban el microscopio para el diagnóstico de enfermedades pero la histología no era usualmente utilizada para la investigación básica, ya que aparentemente no reportaba beneficios inmediatos (Rocha, 2007).



**Figura 20.- Aureliano Maestre de San Juan (1828-1890).**

Con respecto a la influencia de Maestre de San Juan sobre Cajal, Rocha (2007) aporta similitudes entre los dos autores. Por ejemplo, en las obras escritas y la metodología expositiva que utilizaban ambos autores. La extensa bibliografía que precede a la obra y sus capítulos, las citas abundantes de autores (resaltar la importancia que dan a los autores clásicos), cuantiosas y con gran cantidad de detalles y finalmente, el dominio del estado de la cuestión para cada caso comentado que mostraban los dos autores. Estas particularidades son interesantes si se le comparan, por ejemplo, con obras de la época como la de anatomía descriptiva de Julián Calleja y Sánchez, que no ofrece bibliografía, no se preocupa

por la observación práctica y no ofrece figuras originales, pues las toma prestadas de una reconocida obra francesa<sup>18</sup>.

Efectivamente, cuando Cajal regresó a Zaragoza, invirtió todos su ahorros en un microscopio Verick, un microtomo, instrumentos micrográficos, se suscribió a dos revistas especializadas (de Francia y Alemania) y adquirió algunos libros sobre el tema (López-Piñero, 2000).



**Figura 21.- Microscopio óptico Verick, (Rocha, 2007).**

Es importante resaltar que Cajal, a diferencia de Pavlov no tuvo un maestro que le acogiera en su laboratorio y con el cual trabajar hombro con hombro. Pavlov lo tuvo en la figura de Tsion (aunque por poco tiempo). La figura de Maestre de San Juan, fue sin lugar a dudas importante (como lo sería posteriormente la de Simarro) pero está más cercana a la influencia distante que, por ejemplo, recibió Pavlov de Botkin que la que le imprimió Tsion. Cajal no tuvo un maestro como lo solían tener muchos científicos, no hizo parte de un laboratorio de investigación donde pudiera

---

<sup>18</sup> Sobre las diferencias técnicas en la enseñanza de la histología entre España y otros países europeos es importante resaltar lo que Maestre de San Juan anotaba a partir de sus viajes dentro del proceso de instrucción como histólogo. Cuenta los ingenios de los sabios para enseñar a sus alumnos. Por ejemplo, el profesor Rudolph Virchow (1821-1902) del Instituto Patológico de Berlín, se servía del siguiente mecanismo: en el centro de una gran mesa de ángulos redondeados hay, cerca del borde de la misma, un rail en el cual el profesor coloca el microscopio con determinada preparación (ya enfocada y colocada en su platina) en una especie de pequeña plataforma con ruedas), al cual da un suave impulso para que “viaje” y pueda detenerse delante de cada alumno que se encuentre sentado en su correspondiente sitio. O cuenta su asombro de que el Dr. Donné tenga a su disposición quince o veinte microscopios. Mientras Maestre para sus clases contaba con el microscopio de la Escuela y dos de su laboratorio privado (Rocha, 2007)

aprender el arte de la metodología científica, por eso en muchos sentidos fue autodidacta, lo que parece tiene que ver con sus propuestas revolucionarias y en contra de las ideas dominantes en la materia en esos momentos.

En 1878, prepara y se presenta a oposiciones a las cátedras de anatomía de Zaragoza y Granada. No logra aprobar y sabe que tiene muchos déficits en su preparación, así que empieza a estudiar textos como el manual de Ranvier, con el que perfeccionó su técnica histológica e inicia por esta época el estudio de las teorías evolutivas de autores como Darwin, Haeckel y Huxley, que influirán positivamente para el futuro de sus investigaciones.

Por esta época sufre un episodio de hemoptisis que afecta gravemente su salud y que le obliga a una larga recuperación. Tras un par de meses en cama más unas semanas de reposo en un balneario de Panticosa, vuelve Cajal a Zaragoza, para nuevamente enfrentarse con su padre. Don Justo considera que tiene poco futuro la búsqueda de una cátedra, debido a su mala salud, las bajas notas del doctorado y el fracaso de las oposiciones, entre otras cosas. Por lo que decide buscarle una plaza de médico en una de las poblaciones de la zona. Cajal se enfrenta violentamente a su padre pues no quiere ejercer el trabajo clínico y renuncia a hacerse cargo de la plaza de médico en una población Navarra. En contra de su padre se presenta a las oposiciones de director de los museos anatómicos de la Facultad de Medicina de Zaragoza. Afortunadamente las gana (aunque los amigos de su padre votan en su contra) y recibe el nombramiento en marzo de 1879 (López-Piñero, 2000). El disgusto de su padre aumenta cuando poco después y en contra de familiares y amigos, Cajal decide casarse.

Durante los cuatro años que siguieron a la boda y en contra de los malos presagios de amigos y familiares, Cajal desarrolló una intensa actividad científica y técnica. Perfeccionó su formación morfológica, estudió alemán, amplió su laboratorio histológico, siguió desarrollando sus clases particulares y progresó técnicamente en el terreno del dibujo y la fotografía, donde aprendió a hacer “placas ultrarrápidas al gealino-bromuro” que eran poco habituales en España. Incluso por la venta de estas placas (que hacía por las noches con ayuda de su esposa) a fotógrafos profesionales obtuvo ingresos complementarios. Finalmente, también

aprendió técnicas litográficas y ensayó la aplicación de la fotografía a la reproducción de este tipo de ilustraciones (López-Piñero, 2000).

Cajal retomó su interés por la fotografía para poder ilustrar adecuadamente sus primeras publicaciones. En 1880 publica su primer artículo sobre la inflamación del mesenterio, la cornea y el cartílago y en 1881 publica su segundo artículo sobre las terminaciones nerviosas en los músculos voluntarios. Son folletos de cincuenta y sesenta páginas, ilustrados con dos láminas litográficas y de los cuales editó 100 ejemplares a su costa (López-Piñero, 2000). Estos trabajos publicados en Zaragoza y repartidos entre sus amistades, lógicamente no alcanzaron ninguna difusión ni reconocimiento (Ramón y Cajal, S., 2007).



**Figura 22.- Autorretrato en su laboratorio de Valencia (1884), junto con su colaborador Juan Bartual Moret (Romero, 1984).**

Finalmente, en diciembre de 1883 Cajal -con 31 años-, tras dos tentativas previas infructuosas, al fin obtiene por oposición la cátedra de Anatomía en la Universidad de Valencia. Empieza a realizar nuevas investigaciones en medio del

fructífero ambiente (innovador y experimentalista) que le ofrece la Universidad. Estos trabajos versan sobre el epitelio, las fibras que soportan el cristalino del ojo, el tejido óseo, las fibras musculares de los mamíferos, las fibras de las alas y las patas de los insectos, etc. (Rocha, 2007).

De esta época es importante resaltar sus investigaciones sobre la vacuna contra el cólera. La epidemia de cólera de 1885 tuvo una gran repercusión en Valencia y le apartó temporalmente de sus estudios histológicos para dedicarse temporalmente a la investigación bacteriológica. En ese momento la polémica giraba alrededor de la utilidad o no de la vacuna anticolérica propuesta por el bacteriólogo Jaime Ferrán. Como resultado de sus investigaciones publicó la monografía *Estudios sobre el microbio vírgula del cólera y las inoculaciones profilácticas*, editada por la Diputación Provincial de Zaragoza en 1885. En ella puso de manifiesto la escasa capacidad profiláctica de la vacuna de Ferrán y postuló que la vacunación química genera inmunidad mediante inyección de gérmenes coléricos muertos por el calor (Ramón y Cajal, S., 2007).

De su corto coqueteo con la bacteriología obtuvo una gran recompensa. Como agradecimiento, la Diputación Provincial de Zaragoza le obsequió un magnífico microscopio Zeiss, que le ofrecía nuevas posibilidades en sus investigaciones. El modelo Zeiss provenía de la famosa fábrica de Jena y era el mejor microscopio que existía en aquella época, contaba con afamados objetivos apocromáticos, que corregían la distorsión de la imagen en los bordes de la lente y sobre todo, tenía un objetivo de inmersión que le permitía un alcance de 2000x, es decir, podía ver la muestra original 2000 veces mayor que el del objeto real. Ante Cajal se abrió, de forma esplendorosa, un mundo nuevo y desconocido (Rocha, 2007).

En 1886 publica nuevos estudios histológicos, esta vez traducidos al francés y publicados en la revista de la Universidad de Gottinga (Alemania) y de su estudio sistemático de una gran variedad de tejidos, que empieza en esta época, surgirá más tarde, en 1889, el *Manual de histología normal y técnica micrográfica* (Ramón y Cajal, S., 2007).



**Figura 23.- Microscopio óptico Zeiss. (Rocha, 2007).**

En 1887 tiene lugar otro encuentro fundamental para el futuro científico de Cajal. Ese año Cajal visita Madrid, ya que había sido nombrado juez de unas oposiciones a cátedras de Anatomía descriptiva. Como cuenta Cajal (1923/1981), decidió aprovechar su estancia en Madrid, informándose de las novedades científicas, contactando a cuantos cultivaban los estudios micrográficos en Madrid. Visitó obviamente entre otros al doctor Maestre y en su laboratorio, su ayudante, el doctor López García le mostró las últimas novedades técnicas de Ranvier, pero sobre todo fue decisiva la visita al laboratorio privado de don Luis Simarro, conocido psiquiatra y neurólogo aficionado a la histología, recién llegado de París. Si Maestre de San Juan fue quién inició a Cajal en la histología, Simarro fue a su vez quien lo inició en la neurohistología. Simarro le presenta preparaciones realizadas por el método de tinción de Golgi y le muestra la importancia del libro<sup>19</sup> publicado por el italiano sobre la estructura de la sustancia gris. También le enseñó la técnica ideada por Carl Weigert y modificada por Jacob Pal, que tiñe con hematoxilina la mielina de las fibras nerviosas, utilizada durante largo tiempo por Cajal y sus discípulos (Cajal, 1923/1981; López-Piñero, 2000).

---

<sup>19</sup> La obra de Golgi era *Sulla fina anatomía degli organi centrali del sistema nervioso* (1886), compendio de histología del sistema nervioso examinada mediante el empleo de la coloración argéntica (Ramón y Cajal, S., 2007).



**Figura 24.- Luis Simarro (1851-1921).**

La reacción negra o método del cromato de plata<sup>20</sup> ideado por Golgi en 1873 permitía ver con todo detalle la morfología de las células nerviosas. No obstante, era prácticamente desconocido y sus publicaciones no habían tenido difusión. Además muchos de los sabios de la época no habían desarrollado su método, fuera de las prevenciones de escuela<sup>21</sup> estaban las dificultades técnicas que presentaba el método, pues no era estable en todas las preparaciones.

De esta forma, habían pasado 14 años desde que el prometedor método de Golgi había visto la luz y sólo en manos de Cajal, tal método se hizo realmente famoso entre los histólogos y proveyó nuevas observaciones, la creación de nuevas hipótesis y teorías para explicar la estructura y funcionamiento del sistema nervioso. Como dice DeFelipe (2007b), el método de Golgi representó la herramienta principal que cambió el curso de la neurociencia de la época y marcó el nacimiento de la neurociencia moderna. Pero lo más importante es que en manos de Cajal, el método de Golgi mostraba una organización diferente a la propuesta por el mismo Golgi y otros grandes científicos de la época, ya que la interpretación de las imágenes microscópicas era diferente.

---

<sup>20</sup> También conocido como tinción negra o cromo-argéntica de Golgi.

<sup>21</sup> Como explica Cajal (1923/1981) "Hoy, que conozco la psicología de los sabios, hallo la cosa muy natural. En Francia, como en Alemania, y más en ésta que en aquélla, reina una severa disciplina de escuela. Por respeto al maestro, ningún discípulo suele emplear métodos de investigación que no se deban a aquél. En cuanto a los grandes investigadores, creeríanse deshonrados trabajando con métodos ajenos" (p. 56).





**Figura 25.- Camilo Golgi (1843-1926)**

A su regreso a Valencia, empieza a ensayar el método de Golgi, con paciencia estudia el método y lo prueba en muchos centros nerviosos y especies de animales. Con ello se convence que tiene un valioso recurso para hacer frente a futuras investigaciones, está vez centrado en el sistema nervioso. Con ello, podemos decir, que comienza el período más brillante de su carrera y el inicio de una nueva etapa en la histología y el estudio del sistema nervioso.

A finales de 1887 obtiene el traslado a la Universidad de Barcelona, debido a la reforma de los estudios de medicina y la creación de cátedras de Histología Normal y Patológica en las Facultades de Medicina españolas (Ramón y Cajal, S. 2007). Allí continúa con ímpetu sus nuevas investigaciones y se abre un escenario nuevo para su carrera científica. En Barcelona, como en Valencia, el ambiente de la Universidad era experimentalista y su perfil encajaba perfectamente con el grupo de médicos que allí encontró.

A partir de 1887 mantuvo correspondencia con Simarro, que aunque le había presentado el método cromo-argéntico, seguía considerando que éste era más sugestivo que demostrativo, debido a las dificultades en su aplicación y replicación de las preparaciones micrográficas, a lo que Cajal llamaba “las

veleidades de la impregnación cromo-argéntica” (Cajal, 1923/1981). Para dominar la técnica se requería tiempo, paciencia y perseverancia, cosas que le sobraban a Cajal pero que le faltaban a otros científicos de la época.

En 1888, sólo un año después de descubrir el método de Golgi, Cajal ha perfeccionado la técnica (modificación de la doble impregnación) y empieza publicar sus descubrimientos. Según Fernando de Castro: “cierta mañana resplandeció en su espíritu el esbozo de una idea que en el transcurso de tres meses formuló con precisión (abril de 1888): cada célula nerviosa es un cantón fisiológico absolutamente autónomo. Había pronunciado el primer postulado de la actual fisiología del sistema nervioso” (citado por Ferrer, 1989, p.38).

Su primer artículo importante es la *Estructura de los centros nerviosos de las aves*, donde Cajal hizo la observación trascendental de que todas las prolongaciones de las células nerviosas terminan libremente y se comunican entre sí por contacto, no por contigüidad. En este artículo, también refiere por primera vez la existencia de espinas dendríticas, las cuales propone como punto de contacto entre dendritas y axones, las cuales desde entonces se han investigado intensamente (Ramón y Cajal, S., 2007). De esta forma, el germen de la teoría de la neurona y de la polarización dinámica se encuentra en las investigaciones de este año.

Cajal llamó a 1888 su año cumbre, y es que entre 1888-1889 realizó sus investigaciones clave, centrándose en el cerebelo de las aves y mamíferos, la retina, la médula espinal y el lóbulo óptico de las aves. Debido a la proliferación de trabajos y hallazgos, decide fundar en 1888 su propia revista (a costa de numerosos sacrificios personales y familiares), que llamo *Revista Trimestral de Histología Normal y Patológica* y donde publica sus artículos. Pero lo más importante era difundir sus descubrimientos, por lo que Cajal envía ejemplares de su revista a los diferentes investigadores más importantes de Europa, sin embargo, no obtiene respuesta alguna a sus hallazgos.

Sus excelentes resultados y lo novedoso de sus propuestas se deben no solo al método de tinción utilizado sino también, a que su trabajo lo desarrolló con embriones de ave y mamífero, cosa que Golgi ya había hecho, pero a la que no le dio mayor importancia (Cajal, 1923/1981). Además, sus hallazgos iban en contra de la teoría dominante postulada en ese momento, la teoría reticular.

La mayor parte de los teóricos de aquel momento aceptaba la teoría de la red o reticular, formulada por el anatómico alemán Joseph von Gerlach, sostenida por Meynert y apoyada e incluso reformulada por Golgi. Según ella, todas las fibras del sistema nervioso se unían y fundían en la sustancia gris del cerebro, constituyendo una red o retículo (Cannon, 1981). Como diría Cajal: "...una especie de piélago fisiológico insondable, en el cual, por un lado, desembocarían las corrientes arribadas de los órganos sensoriales, y de donde brotarían por otro, a modo de ríos surgidos de alpinos lagos, los conductores motores o centrífugos. Comodín admirable porque dispensa de todo esfuerzo analítico encaminado a determinar en cada caso el itinerario seguido al través de la sustancia gris por el impulso nervioso. Con razón se ha dicho que la hipótesis reticular, en fuerza de pretender explicarlo todo llana y sencillamente, no explica absolutamente nada; y lo más grave, embaraza y casi hace superfluas las futuras pesquisas tocantes a la organización íntima de los centros." (Cajal 1923/1981, p. 77).

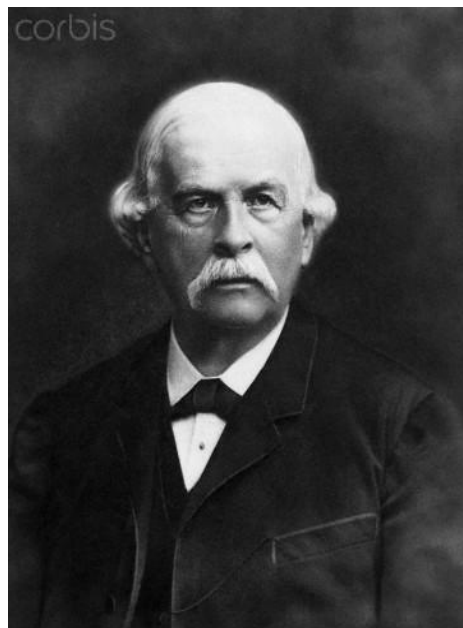
Ya que estos resultados son desconcertantes y van en contra de la teoría dominante, es explicable el silencio incómodo de los investigadores del momento. Sin embargo, Cajal no desfallece ni deja de trabajar. Gracias a sus estudios de 1889 y 1890, propone en 1891 la teoría de la polarización dinámica<sup>22</sup> para explicar la dirección del impulso nervioso, la cual construye a partir de deducciones morfológicas pues no había ninguna posibilidad de realizar registros neurofisiológicos en tales fechas.

---

<sup>22</sup> Según la cual, la transmisión del impulso nervioso se produce siempre desde las dendritas al cuerpo celular, luego al axón y de ahí se transmite a las dendritas de la neurona vecina. En palabras de Cajal: "La transmisión de movimiento nervioso se produce siempre desde las ramas protoplasmáticas y cuerpo celular al axón o expansión funcional. Toda neurona posee, pues, un aparato de recepción, el soma y las prolongaciones protoplásmicas, un aparato de emisión, el axón, y un aparato de distribución, la arborización nerviosa terminal" (Cajal, 1923/1981, p. 120).

En paralelo desarrolla su actividad docente y publica dos manuales muy importantes para la formación de los futuros médicos. En 1889 publicó el *Manual de histología normal y de técnica micrográfica* y en 1890 el *Manual de anatomía patológica general*. No es de extrañar que un autodidacta como Cajal se preocupara mucho dentro de su carrera docente por diseñar y ofrecer a los estudiantes manuales que les hicieran más comprensibles los nuevos campos de trabajo.

Para 1889, cansado del silencio de los sabios decidió asistir a la reunión de la Sociedad Anatómica Alemana en la Universidad de Berlín. En esta ocasión también tuvo que asumir los gastos de su aventura científica. Allí presentó por primera vez sus preparaciones y con gran dificultad, al final logró obtener el favor de varias figuras, encabezadas por Kölliker. Gracias al apoyo de Kölliker su trabajo pasó del ostracismo al reconocimiento internacional.



**Figura 26.- Rudolf Albert von Kölliker (1817-1905).**

Al respecto puede ser muy esclarecedor tomar las palabras de Van Geuhuchten, de un discurso de 1913 y que refiere el mismo Cajal: “Los hechos descritos por Cajal en sus primeras publicaciones resultaban tan extraños, que los

histólogos de la época –no pertenecemos felizmente a este número- los acogieron con el mayor escepticismo. La desconfianza era tal, que en el Congreso de Anatómicos celebrado en Berlín en 1889, Cajal, que llegó a ser después el gran histólogo de Madrid, encontrábase solo, no suscitando en torno suyo sino sonrisas incrédulas. Todavía creo verlo tomar aparte a Kölliker, entonces maestro incontestable de la Histología alemana, y arrastrarlo a un rincón de la sala de demostraciones, para mostrarle en el microscopio sus admirables preparaciones y convencerle al mismo tiempo de la realidad de los hechos que pretendía haber descubierto. La demostración fue tan decisiva que, algunos meses más tarde, el histólogo de Würzburg confirmaba todos los hechos afirmados por Cajal” (Cajal, 1923/1981p. 92-93).

Fue tal el impacto que causaron sus trabajos que Kölliker le dijo: “Los resultados obtenidos por usted son tan bellos que pienso emprender inmediatamente, ajustándome a la técnica de usted, una serie de trabajos de confirmación. Le he *descubierto* a usted, y deseo divulgar en Alemania mi *descubrimiento*” (Cajal, 1923/1981, p. 93). El compromiso de Kölliker con el trabajo de Cajal fue tal, que con 72 años llegó a aprender el español para leer las primeras publicaciones del histólogo español.

Finalmente, en 1890, las investigaciones de Cajal empiezan a ser conocidas gracias a que son traducidas y publicadas en diversas revistas científicas europea. En este mismo año fallece Maestre de San Juan, por lo que queda vacante su plaza en la Universidad Central de Madrid y compiten por ella, Cajal, Simarro y Varla de la Iglesia. Debido a las intrigas políticas, científicas e intelectuales, estas oposiciones se aplazan en varias ocasiones y no vendrían a finalizar hasta 1892. Cajal con 40 años, consigue la Cátedra de Histología e Histoquímica Normales y Anatomía Patológica de la Universidad de Madrid, que por fin le brinda estabilidad económica y sobre todo, mejores posibilidades para enfrentar el reto de sus futuras investigaciones.

## **V.- CAPITULO 3.**

**CONSTRUCCIÓN DE SUS PROPIAS  
FAMILIAS, PRIMERAS APORTACIONES Y  
RECONOCIMIENTO DE LA COMUNIDAD  
CIENTÍFICA.**



## **V.- CAPITULO 3. CONSTRUCCIÓN DE SUS PROPIAS FAMILIAS, PRIMERAS APORTACIONES Y RECONOCIMIENTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA.**

### **1.- MATRIMONIO PAVLOV Y SU VIDA FAMILIAR.**

Antes de centrarnos en el matrimonio de Pavlov, quisiéramos retroceder un poco en el tiempo, para encuadrar la personalidad de Pavlov y su forma de afrontar los aspectos cotidianos de la vida. Como ya vimos en el primer capítulo, Pavlov viajó a San Petersburgo, allí se enfrentó a la gran ciudad en compañía de su buen amigo del seminario Nikolai Bystrov, ambos vivían de sus pequeños estipendios y se enfrentaban como podían a un entrono nuevo, riguroso y diferente que les ofrecía la vida universitaria. Después de un tiempo, Bystrov sufrió una fuerte depresión y pronto volvió a Ryazan. En abril de 1871, Pavlov también tenía problemas anímicos y volvió a Ryazan a mediados de mayo (Todes, 2000).

Durante el verano, el joven Pavlov se recuperó y volvió a San Petersburgo a mediados de agosto, acompañado esta vez de su hermano Dmitry. Su hermano menor siempre cuidó de Ivan en Ryazan y en San Petersburgo ejerció el mismo rol. Dmitry se encargó de encontrar un apartamento decente, localizar una cafetería para comer adecuadamente según sus limitaciones económicas, coser la ropa dañada, adecuarlo todo, etc. Dmitry estudiaba química en la Universidad de San Petersburgo y fue alumno del famoso Mendeléiev<sup>26</sup>. Tenía una personalidad encantadora, era muy social y pronto convirtió el apartamento de los Pavlov en un centro social de reuniones frecuentes con sus amigos. Como dice Todes (2000), durante el resto de su vida Pavlov siempre tendría a alguien que cuidará de él y se encargara de todos los aspectos mundanos de la vida, para que él pudiera dedicarse productivamente a su trabajo.

Como ya se ha indicado, la década de 1880 fue una época muy difícil para Pavlov, tuvo que enfrentarse a muchas restricciones económicas, a las dificultades

---

<sup>26</sup> Quién en 1869 había organizado la tabla periódica.



para obtener una plaza de profesor, y a las frustraciones de tener que desarrollar su trabajo de investigación con muchas limitaciones técnicas y materiales. Se cuenta que Pavlov estuvo tan deprimido que pensó en morir. Sin embargo, tres acontecimientos importantes y muy positivos en su vida le mantuvieron a flote para enfrentar el futuro (Todes, 2000). El primero y más importante, encontrar en su vida a Serafima Vasilievna, el segundo, su estancia de dos años en Alemania con Serafima y la tercera, el cruce en su vida del proyecto del Príncipe Oldenburgskii.

Empecemos por Serafima Vasilievna Karchevskaia, ella como Pavlov, había seguido las corrientes de su tiempo y había viajado de la provincia a la gran capital. Nacida en 1855, era seis años más joven que Pavlov. Su padre, el doctor Karchevsky, fue médico de la marina y había muerto cuando ella tenía 10 años. Su madre, directora de una pequeña escuela, sacó adelante a sus cinco hijos. La estrechez económica de la familia impedía poder ofrecerle a Serafima la opción de la enseñanza superior. Serafima fue una estudiante excelente, pero a diferencia de Pavlov, a ella no le impresionaron ni Pisarev ni el materialismo y siempre mantuvo sus ideas religiosas. No obstante, sí fue influida por las ideas radicales de la época que tenían que ver con la igualdad de la mujer, lo cual la animó a participar en movimientos sociales y a perseguir una carrera profesional (Babkin, 1949; Todes, 2000; Fernández, 2006).

Es importante aclarar, que en la década de 1870 en Rusia, existía un movimiento social muy extendido, denominado *“go to the people”*. Existían muchos jóvenes cultos convencidos de que era egoísta pensar sólo en sus carreras y bienestar, cuando en el país había una gran cantidad de personas pobres, hambrientas y analfabetas. Por lo cual decidieron *“acercarse a la gente”* y aprovechar sus habilidades para ayudar a la mayoría de la población: los campesinos pobres. Así muchos médicos jóvenes fueron al campo a ofrecer sus conocimientos y muchos profesores jóvenes fueron a enseñar a los campesinos a leer. Uno de estos jóvenes era el gran escritor Antón Chéjov quién plasmó en sus historias a jóvenes médicos, que como él, practicaban la medicina en el campo empobrecido (Todes, 2000). Bajo esta premisa, Serafima, abandonó su casa en 1878, a pesar del disgusto de su madre (como le ocurrió a Pavlov con su padre)

para matricularse en el Instituto Pedagógico de San Petersburgo en los Cursos de Enseñanza para Mujeres y después “*acercarse a la gente*”.

Para ayudarse en su mantenimiento dictaba clases particulares, lo cual le representaba el modesto ingreso de 15 rublos mensuales. Incluso en sus “Reminiscencias”<sup>27</sup> cuenta que tuvo que empeñar su abrigo de invierno para obtener dinero y pasar la fría estación con su abrigo de otoño. También ahorra en gastos compartiendo el cuarto de alquiler con su amiga Eudoxia Prokopovich y recibía de vez en cuando la visita de jóvenes estudiantes, como los hermanos Pavlov (Babkin, 1849). Como estudiante comprometida con causas sociales, Serafima organizó diversos eventos en San Petersburgo para obtener fondos para estudiantes pobres. Dentro de estos eventos, formó una lectura pública hecha por grandes novelistas como Fyodor Dostoyevsky e Ivan Turgenev.

En medio de tales actividades, en 1879 Serafima e Ivan serían presentados por un amigo común. A Pavlov le gustó de forma casi inmediata, pero era demasiado tímido para tomar la iniciativa. Además Pavlov creía que ella provenía de una familia rica y temía que le despreciara. Así que Pavlov decidió esperar<sup>28</sup>. En un verano, cuando ella iba a pasarlo en la casa familiar, Pavlov le preguntó si podía mantener correspondencia con ella. Ella estuvo de acuerdo y pronto empezó una comunicación epistolar asidua. Por medio de sus cartas, el joven y tímido Pavlov, pudo expresar sus pensamientos y sentimientos sobre diversos aspectos de la vida, la literatura y la ciencia. Ella respondió todas sus cartas y cuando volvió en el otoño a San Petersburgo, la pareja se hizo inseparable (Todes, 2000).

Finalmente, el 13 de junio de 1880, cuando Serafima había acabado su curso en el Instituto Pedagógico y antes de que ella decidiera irse de San Petersburgo, Ivan reunió valor para proponerle que se casaran. Serafima aceptó casarse, sin embargo, aplazaron la boda para 1881, pues ella necesitaba todavía de un año para cumplir su misión en “go to the people” como profesora de una

---

<sup>27</sup> Las “Reminiscencias” de Serafima Vasiliievna Pavlov fueron publicadas en la primavera de 1946 en el Diario Ruso Soviético *Novi Mir* (Nuevo Mundo) (Babkin, 1949).

<sup>28</sup> Según Babkin (1949), transcurrieron casi dos años y medio para que Serafima se interesara realmente por Pavlov, dato que contradice las fechas de noviazgo (1879) y compromiso (1880).

escuela de primaria en un pueblo, y a su vez Ivan necesitaba terminar su disertación doctoral, pero como ya sabemos, ésta le tomó más tiempo de lo que esperaba, la tesis doctoral la completo en 1883, dos años después de haberse casado con Serafima (Babkin, 1949; Todes, 2000).

Mientras estuvieron separados, antes de casarse, también mantuvieron una asidua comunicación epistolar. Esta es muy importante pues nos da a conocer algunos rasgos de la personalidad de Pavlov. Gracias a Todes (2000) podemos obtener una idea de tal correspondencia. Él le confiesa que es muy sensible a los insultos (reales o imaginados), que ha tenido “ataques de suciedad” y que a veces se siente, en algún modo, separado de la gente. Describe su gran fortaleza en el compromiso con la honestidad y la verdad, “que era para mí –dice Pavlov- una especie de Dios”. Le explica a Serafima que hacerse científico no sólo es una forma de buscar la verdad sino que le ofrece la posibilidad de aprender a pensar correctamente. Acepta que cuando era más joven discutía apasionadamente durante horas sobre temas de los cuales, realmente sabía muy poco. Ahora piensa desarrollar una “mente madura” alejada de las divagaciones. La verdad “real” era muy difícil de obtener, y pensaba que el mejor camino para hallarla era convertirse en un experto, en un especialista, en un apasionado de un campo específico, siguiendo el proceso científico de la experimentación, la comprobación y nuevamente la comprobación.

El mismo Pavlov describe: “Pensar es investigar persistentemente sobre un objetivo, tenerlo siempre en la mente, escribir, hablar, discutir acerca de ello, acercarse desde uno y otro ángulo, reunir todas las razones para una u otra opinión sobre ello, eliminar todas las objeciones, reconocer los vacíos donde estos existan”. En pocas palabras, “experimentar la alegría y la pena del serio esfuerzo intelectual”. El mejor lugar para aprender a pensar es un laboratorio científico, lo que Pavlov llamo “una escuela de cerebros” (Todes, 2000, p. 36).

Serafima, que prefiere ser llamada Sara, comparte juicios y opiniones con Ivan, además de su común gusto por las obras de Shakespeare. Sara es bella, vivaz e inteligente, Ivan es vergonzoso, algo esquivo, pero es un hombre ágil, alto y sonriente además de un conversador interesante que terminó por cautivar a

Serafima. (Fernández, 2006). Políticamente, Serafima es más revolucionaria y apasionada, Ivan más conservador y moderado, lo cual sorprendió al principio a Serafima, pero no los distanció (Babkin, 1949).

Otro hecho que también nos da una idea de la personalidad de Pavlov, es cuando su esposa a menudo le pedía que se apresurase a obtener el grado de Doctor en Medicina, pues ello implicaría obtener una plaza como docente y mejorar sus condiciones económicas. Serafima le pedía que dejara de preocuparse tanto por ayudar a otros a graduarse (asesorando a otros alumnos en el laboratorio de Botkin) y que se concentrara en su propio grado. Pero Pavlov, permanecía firme, él quería hacer bien su trabajo de Tesis y por encima de todo quería estar seguro de sus resultados y esto implicaba tiempo, y sólo cuando estuvo completamente seguro de los hechos descubiertos por sus experimentos sometió su tesis para el grado de Doctor en Medicina (Babkin, 1949).

Ivan y Serafima se casaron el 1 de mayo de 1881. El padrino de Serafima, el Almirante P. P. Semenuta, se congratuló de la elección de la joven; los padres de Ivan, por el contrario, no estaban contentos, pues hubieran preferido una esposa con fortuna para su hijo. La boda fue pobre y los años iniciales de su vida matrimonial estuvieron llenos de restricciones. El traje de ella se lo facilitaron sus tres hermanas, una el vestido de ceremonia, otra los zapatos y otra las flores (Fernández, 2006).

Ivan y Serafima compartían una serie de ideales como la fe en la ciencia, en los valores de la verdad y la libertad, todo ello para beneficio de la humanidad. Serafima fue una esposa fiel que sacrificó todas sus aspiraciones profesionales por hacer feliz a su marido, y sin lugar a dudas, contribuyó en gran parte a su grandeza científica, organizando su vida, manejando el hogar y alejándolo de la rutina y las preocupaciones domésticas, para que se dedicara por completo a su labor de investigación (Fernández, 2006). Según Babkin (1949), Pavlov consideró a Serafima, una mujer excepcional, amiga verdadera y compañera que lo entendió y apreció. Pavlov apenas fue consciente de los problemas diarios y en muchos

sentidos dependió completamente de ella<sup>29</sup>. Fue la madre de sus cuatro hijos y adoraba a su familia y a pesar de las dificultades, tuvo una vida feliz.



**Figura 27.- La joven Serafima por la época en que conoció a Pavlov.**

Una vez pasó la boda, tuvieron que gastar sus ahorros en los billetes de tren para volver a San Petersburgo, no tenían vivienda propia, así que Dmitry les facilitó un pequeño apartamento que tenía en el Instituto de Química como asistente de Mendeléyev. Posteriormente compartieron apartamento con una hermana de Serafima y su amigo. Según Babkin (1949), en estos primeros momentos se vieron obligados a vivir separados y con la ayuda de amigos o parientes que les ofrecían hospitalidad. Como dice Todes (2000) tuvieron que vivir de alquiler en las zonas pobres de la ciudad. Con el sueldo de Pavlov que eran 50 rublos mensuales no

---

<sup>29</sup> Aunque Pavlov alimentaba la economía familiar, era Serafima quien administraba el dinero. Cuando la familia Pavlov empezó a tener menos restricciones económicas como en 1891, cuenta Babkin (1949) que una pareja de conocidos les había pedido a los Pavlov, dinero prestado. Primero fue la mujer a pedírselo a Serafima y ella no aceptó, luego fue el hombre al laboratorio de Pavlov para pedirle una suma considerable de dinero prestada (700 rublos) y Pavlov aceptó. Cuando llegó a casa sólo tenía 20 rublos para hacer frente a los gastos de la familia. Esto causó gran molestia en la pareja e Ivan estaba muy alterado, entonces dijo: “Bien, de ahora en adelante, es mejor que tú manejes nuestro dinero” y esto fue lo que hizo ella durante el resto de sus vidas.

podían permitirse mucho más<sup>30</sup>. Además Pavlov no quiso permitir a Serafima que trabajara y aportara al hogar. Ivan deseaba que ella permaneciera en el hogar y que ambos pudieran disfrutar de la vida familiar. Por lo tanto, la primera década de vida en común está atravesada por las limitaciones y penurias económicas. No es de extrañar que Pavlov lo sobrelleva, finalmente estaba acostumbrado a una forma de vida casi espartana, pero Serafima lo tuvo más difícil, aunque tampoco se quejó y siempre estuvo a su lado (Fernández, 2006). La religión jugó un papel sumamente importante en la vida de Serafima, y ayudó de manera crucial a afrontar esos primeros años de penurias y restricciones materiales (Babkin, 1949).



**Figura 28.- Serafima e Ivan poco después de su matrimonio (Todes, 2000).**

Los Pavlov esperan su primer hijo, la pareja irradia felicidad a pesar de las penurias por las que están pasando, pero desafortunadamente el embarazo se malogra, posiblemente debido al exceso de ejercicio. Pavlov tiene por costumbre salir a dar largos paseos a marchas forzadas y Serafima lo acompaña, por lo que el ritmo y esfuerzo han afectado el embarazo. Pronto quedará nuevamente embarazada y Pavlov tendrá mucho más cuidado, no le permite subir las escaleras

---

<sup>30</sup> Para hacernos una idea de lo pobres que era los Pavlov en ese momento, debemos tener presente que cuando Pavlov fue nombrado Jefe del Departamento de Fisiología en el Instituto de Medicina Experimental en 1891 ganaba 720 rublos mensuales.

y la llevara en sus brazos hasta la cuarta planta del apartamento donde entonces viven (Babkin, 1949 y Fernández, 2006).

En el mismo año en que Pavlov defiende su tesis de Doctor (1883) nace su primer hijo, Mirchik<sup>31</sup>, quién se cría sano y hermoso, el pequeño es la adoración de la madre. Hubo la necesidad –por salud y ahorrar costos- de que la madre y el niño pasaran el verano con la hermana de Serafima, quién vivía en una apartada aldea del sur. Ivan y Dmitri recogen todo el dinero que tienen para que Serafima y el niño puedan viajar en tercera clase en tren hasta Ryazan y por medio de una carta, le rogaba al padre que les proporcionase dinero para continuar el viaje. Era desagradable para Serafima encontrarse con sus suegros, pues no le tenían estima, al considerar que su hijo no debía haberse casado con ella. El viaje era largo y en tercera clase se hacía aún más duro. Finalmente, llegan y se recuperan en compañía de la familia de su hermana, hasta que el pequeño muere a consecuencia de una súbita infección veraniega. Este es un golpe muy fuerte para Serafima, quien cae en una fuerte depresión y no tiene ganas de vivir. Su cuñado la convence, no sin trabajo, para que vuelva a San Petersburgo y se reúna con Ivan (Babkin, 1949, Asratian, 1949; Fernández, 2006).

Pero Serafima no mejora, está sumida en una profunda tristeza, dejando de comer y dormir. Finalmente, logran convencerla para que asista a la consulta de Sergei Botkin (el mismo Médico de la esposa del Zar). El tratamiento del Dr. Botkin es efectivo y tras tres meses, Serafima vuelve poco a poco a la normalidad. Sus recomendaciones fueron paseos, descanso de hora y media diaria, rociar con una esponja el cuerpo con agua a la temperatura de la habitación y frotar después con un lienzo áspero, leche diaria (a Serafima no le gustaba la leche y nunca solía tomarla), aumentando progresivamente hasta ocho vasos al día y añadiendo una cucharadita de brandy (detestaba el alcohol) a cada vaso completo de leche y, lo

---

<sup>31</sup> A este respecto, es importante apuntar que Todes (2000) en la página 36, afirma que el nombre del primer hijo es Vladimir y que tras su muerte, cuando tienen el segundo hijo, dos años más tarde (1884), también le llaman Vladimir. Tras comunicación personal con el Dr. Todes, nos explica que el nombre formal del primer hijo era efectivamente Vladimir, pero el diminutivo que utilizaban para referirse a él era “Mirchuk” o “Mirchik”, como lo traducen los demás autores. El Dr. Todes aclara que este diminutivo nunca lo utilizaron con el segundo hijo llamándolo siempre Vladimir. El segundo hijo nació en 1884, cuando los Pavlov vivían en Breslau e Ivan trabajaba con Heidenhain.

más sorprendente, lecturas como la novela *Rocambole*<sup>32</sup>. Lo cierto es que todo esto fue de una gran eficacia y obró el milagro de la recuperación (Babkin, 1949; Fernández, 2006).

En la época en que Serafima estaba tan deprimida por la muerte de Mirchik, se encontraba tan mal y con tantas ganas de morir, que Pavlov le decía que si ella muriera, él dejaría de hacer ciencia -que era lo que más adoraba-, para hacerse doctor y recluirse en la ciudad provincial más oscura. A lo que Serafima le contestó con total convicción: “la voluntad de una persona muerta es sagrada y debe ser realizada de forma absoluta. Mi último deseo será que ud. siga sirviendo a la ciencia y a la humanidad” (Ver Babkin, 1949, p. 45). Serafima siempre creyó firmemente en su marido y la importancia de sus trabajos.

Después de ese difícil período, la familia Pavlov creció, tuvieron cuatro hijos, tres varones, Vladimir, Víctor y Vsevolod, uno de ellos fue un físico reconocido y profesor de física en Leningrado en 1925, y una niña, de nombre Vera<sup>33</sup>.

La importancia de Serafima en la vida de Ivan Pavlov se hace patente en la descripción que hace Babkin (1949) de su relación. Una vez recuperada la normalidad en el ambiente familiar, Serafima organizó la vida de la familia de modo que Pavlov pudiera dedicar todo su tiempo al trabajo científico. Ivan, en sus cartas antes del matrimonio, se quejaba de la falta en su vida de orden y reglas fuertes. Por ello Serafima asumió imprimir orden en su vida y le pidió prometerle tres cosas: primero, nunca tomar alcohol en ninguna de sus formas; segundo, no jugar a las cartas y tercero, recibir a los amigos solamente en sábado y asistir al teatro o conciertos sólo los domingos. Pavlov aceptó con gusto y cumplió la promesa hasta el final de sus días<sup>34</sup>. Serafima, su “mitad más querida” como solía decir Pavlov,

---

<sup>32</sup> Cuenta Babkin (1949) que cuando Serafima oyó el tipo de lectura “basura” que le recomendaba, le recordó a Botkin que ella se había graduado del Instituto Pedagógico. Cuentan también que Dmitri le pidió prestado el libro a Serafima y se lo llevo al laboratorio, allí lo vio Medeláyev y se lo llevo para luego comentar: “Esto es absurdo, ¡tonterías increíbles!, pero cuando comencé a leerlo, ya no podía parar hasta que lo terminé”. Cuando Dmitri le comenta que es una prescripción médica de Botkin a su cuñada enferma, Mendeláyev dice: “Si, uno puede ver cuan inteligente es Botkin”.

<sup>33</sup> Ver [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/1904/pavlov-bio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1904/pavlov-bio.html)

<sup>34</sup> Sólo hubo una excepción en la segunda promesa y fue que para relajarse solía jugar con amigos a las cartas una especie de juego infantil llamado “Fools” (tontos) (Babkin, 1949).



asumió todos los problemas de la familia y de la vida cotidiana, administraba el dinero de Pavlov, compraba su ropa, etc. Tal vez, una de las pocas cosas que no asumía Serafima de la casa, era el abastecimiento de madera para el invierno. Esta tarea la tenía que desarrollar Pavlov, labor que no le entusiasmaba pero que realizaba con la misma meticulosidad con la que realizaba todas sus tareas.

Pavlov siempre pensó que Serafima podría participar de su trabajo científico pues valoraba sobremanera su capacidad de observación y para ajustarse a cualquier circunstancia, pero las dificultades de la vida diaria y luego su enfermedad<sup>35</sup> impidieron ese plan. Pavlov reconoció su entrega como madre y esposa, siendo una compañera interesante y agradable que siempre cuidó de él y que lo liberó de las preocupaciones diarias. Nada podía ser más útil para Pavlov que respirar la atmósfera de su hogar, un lugar que Serafima construyó para que él pudiera descansar de sus pensamientos científicos (Babkin, 1949).

Serafima fue un apoyo clave en los momentos de mayor duda intelectual de Pavlov. Cuando en 1894, Pavlov trabajaba en el sistema digestivo, obtuvo algunos resultados nuevos e importantes, que al mismo tiempo le generaban grandes dudas. Cuando llegaba a casa la preocupación le impedía dormir. Serafima ya conocía esos episodios en su marido y le consolaba expresando una convicción firme en sus correcciones y la fuerza de su lógica. Pavlov agradecía su compromiso en esos momentos de duda sobre su trabajo experimental, pues ella le hablaba de forma independiente y convincente. Pavlov siempre agradeció que le liberara de la atmósfera del laboratorio y creara en él un gran interés por su familia, que le permitía relajarse y respirar libre de la tensión del trabajo experimental. La actitud y las palabras de Serafima lograban calmarlo, ella colocaba su mano en la cabeza y él podía volver a conciliar el sueño. Serafima recordaba esos momentos como los más felices de su vida juntos (Babkin, 1949).

---

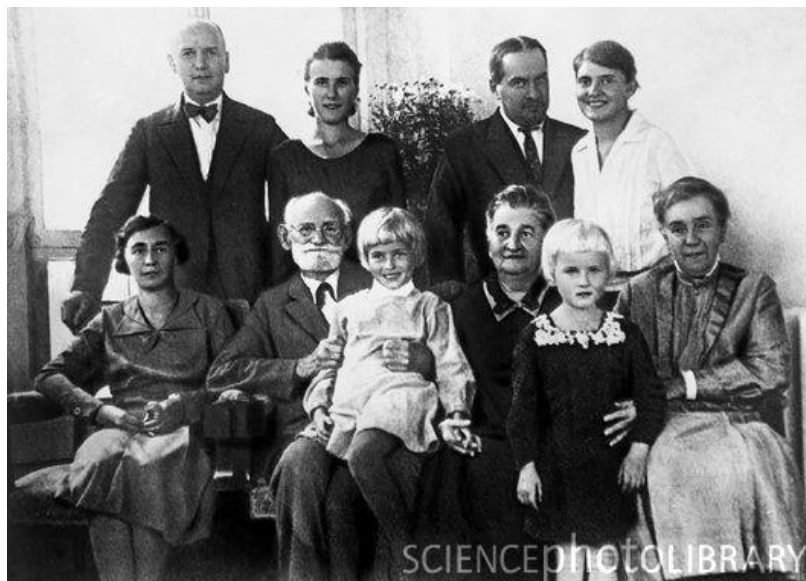
<sup>35</sup> Al parecer la salud de Serafima estuvo afectada, tenía problemas de corazón y con frecuencia tenía que quedarse en cama. Comenzó a estar verdaderamente enferma en 1932, y después se agravó, cuando desarrolló un glaucoma, debido a la muerte de su hijo Vsevolod en 1935 y de Pavlov en 1936. Ella murió en 1947, sobrevivió 11 años a Pavlov (Babkin, 1949).

También valoró mucho su trabajo, incluso más de lo que él quiso aceptar en determinados momentos, Babkin cuenta que cuando en 1904 Pavlov recibió una carta del profesor Tigerstedt notificándole de que había ganado el premio Nobel, Pavlov se sorprendió mucho, mientras que Serafima lo encontró absolutamente natural y consideró que por fin se valoraba el gran trabajo de su marido. Se cuenta que Pavlov dijo “No hay nada excepcional en mi trabajo, está todo basado en hechos y conclusiones lógicas. Eso es todo” (Babkin, 1949, p. 45).

Pero como recalca Babkin (1949), Serafima sufrió una transformación, de la muchacha vivaz, alegre e inteligente antes del matrimonio, pasó a ser una matrona impasible, tranquila y serena que sacrificó todos sus intereses por la felicidad de su marido, sus niños y su hogar. Ella no solía asistir a muchas fiestas o reuniones sociales y mucho menos sin Ivan Petrovich, quién se ponía celoso del tiempo que ella dedicará a otras personas. La causa fue un disgusto que sufrió por ello y que narra en sus “Reminiscencias”, cuando asistió sola a una reunión en casa de una pareja amiga (ya que Pavlov se incorporaría más tarde debido a una reunión de la Sociedad de Médicos Rusos), los Simanovsky. Serafima se encontraba de muy buen humor, con una charla ingeniosa y animada disfrutaba de la noche con los demás invitados, hasta que llegó Pavlov y entonces el Profesor Simanovsky le reprochó en broma, el que les ocultará a su esposa, una persona tan alegre y simpática. Este comentario no le gustó a Pavlov quién frunció el ceño, se declaró cansado y con dolor de cabeza y decidió irse inmediatamente a casa. No sin antes proponer a Serafima que se quedará y disfrutará de la velada. Obviamente ella no se quedó y se marchó con él. La situación generó tal disgusto y malestar que decidió no volver asistir a reuniones sin Ivan Petrovich. No obstante, Serafima aclara en sus reminiscencias que a pesar de ello vivieron en una atmósfera amistosa y feliz (citado por Babkin, 1949).

Pavlov no tenía un temperamento fácil y tal vez para saberlo llevar, Serafima fue cambiando paulatinamente su forma de ser. Babkin (1949) recoge algunos ejemplos en su dilatada vida, que permiten hacerse una idea de las implicaciones que tenía convivir con él. Para Pavlov lo más importante era el mundo de los hechos, las investigaciones y los hallazgos, por ello, de alguna manera todos los demás elementos de la vida pasaban a tener relativamente poca importancia.

Pavlov era una persona apasionada que podía llegar a mostrarse irritado y tener a veces, determinadas explosiones emocionales fuera de proporción. Ante esa situación la mejor estrategia era el silencio, una forma de no verter más aceite sobre el fuego, como dice Babkin (1949). Pero cuando se calmaba era lo suficientemente justo como para aceptar sus errores y equivocaciones. No había maldad en él y aunque era esencialmente amable y sensible, su bondad se enmascaraba por la tensión con la que siempre hizo las cosas.



**Figura 29.- Ivan y Serafima, junto con sus hijos y nietos.**

Otro ejemplo que nos ofrece Babkin (1949) tiene que ver con los viajes de los Pavlov. Después del Congreso Internacional de Medicina de París (1900), el matrimonio Pavlov viajó a Suiza, Italia y Austria. Pero Pavlov no se mostró contento en todo el viaje: fue indiferente ante la belleza de París, ante el hermoso paisaje de Suiza insistió tercamente que Sillomiagy (donde su casa de verano en Estonia) era mucho más hermoso. La comida de Italia la encontró terrible, Venecia le pareció sucia y maloliente y en Viena no duraron más que un par de días, pues Pavlov estaba harto de mirar maravillas extranjeras y lo único que ansiaba era llegar a su país y tomar un plato de “shti”, la sopa de col rusa.

En el viaje del Congreso Internacional de Medicina de Madrid (1903), los Pavlov viajaron por Madrid, Granada, Sevilla, Cádiz, Venecia, Bolonia, Roma y finalmente Rusia. Su actitud irritable no cambió mucho con respecto al primer viaje y eso que lo organizó como una compensación para Serafima, por su vida de aislamiento continuo en casa. Sólo la disposición angelical de Sara podía soportar los arrebatos de malhumor de Ivan. Al parecer Pavlov sobrellevaba mejor los viajes con fines científicos (visitar laboratorios e instituciones) que de ocio (Babkin, 1949).



**Figura 30.- Ivan y Serafima en uno de sus viajes.**

Como resalta Babkin (1949), hombres extraordinarios, como Pavlov, cuya misión superaba sus intereses personales, tienen mujeres extraordinarias a su lado. Serafima era un ejemplo de ello, renunció a su propia vida por los altos ideales de su marido. Era una mujer inteligente, capaz y con talento que vio su destino en el apoyo a su compañero de vida.

## **2.- PRIMERAS APORTACIONES Y RECONOCIMIENTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DE PAVLOV.**

El año de 1890 fue el inicio de una nueva etapa para Pavlov, una etapa en la que podría dedicarse completamente al trabajo científico y que le ofrecería las mieles de la fama, los premios y el reconocimiento. Con 40 años, el 24 de abril de

1890 Pavlov fue elegido para ocupar la plaza vacante de profesor de Farmacología de la Academia Médico-Militar, con unas condiciones mucho más favorables, que le daban un respiro a la familia Pavlov, después de tantas limitaciones.

Al tomar la plaza de Farmacología, Pavlov empezó por realizar algunas importantes modificaciones en la materia. Para Pavlov, la farmacología era una rama de la ciencia que estaba entre la fisiología y la terapia clínica. Bajo su visión organizó y clarificó la materia, clasificó las medicinas según su acción fisiológica, eliminó los detalles superficiales e introdujo acciones demostrativas dentro de sus clases. Enseñó a sus estudiantes a considerar la acción de las medicinas desde un punto de vista fisiológico y no simplemente a través del conocimiento empírico de sus efectos sobre el organismo. En los cinco años en que fue jefe del Departamento de Farmacología se publicaron doce tesis de Doctores en Medicina y varios artículos sobre diferentes problemas farmacológicos (según Kamenski, 1904, citado por Babkin, 1949).

Un año después, en 1891, además es nombrado director del Departamento de Fisiología del Instituto de Medicina Experimental de San Petersburgo (lo cual por fin le trajo beneficios económicos) que financia el príncipe Oldenburgski, quién impresionado por la obra de Pasteur en París, deseaba ver en Rusia un equivalente al Instituto Pasteur. La investigación del Instituto se centraba de las causas de enfermedades como el cólera y la peste (Babkin, 1949). De improviso, Pavlov pasó a dirigir el laboratorio de fisiología más grande y moderno de Rusia.

El 29 de mayo de 1895, finalmente y con 45 años obtuvo la plaza de Fisiología de la Academia Médico Militar dejada por el despido del profesor Tarkhanov. Pero su relación con el rector de la Academia no era buena. Éste hizo todo lo que pudo para dificultar las investigaciones de Pavlov y le retiró los privilegios normales de los catedráticos: no se le asignaron ayudantes de investigación y se le bloqueó el permiso para viajar al extranjero, no sólo a él sino a todos los que trabajaban con él (Boakes, 1989).

Por ello, Pavlov dedicó la mayor parte de su tiempo a la institución privada que le ofrecía, espacio y medios para investigar, liberándole de la Universidad y de su política interna. Se limitó a dar sus clases regularmente y no se implicó en los asuntos de la Universidad. Sin embargo, su vinculación a la Universidad le brindó un flujo interesante de estudiantes para realizar sus prácticas en el laboratorio.

Con ello, pudo dedicarse intensamente, entre 1891 y 1901, al estudio del sistema digestivo, dirigiendo a decenas de practicantes, que conseguían su título de doctorado mientras le ofrecían a Pavlov múltiples datos de investigación. En 1897 publica su gran libro *El trabajo de las principales glándulas digestivas*. En ella exponía los trabajos experimentales sobre la fisiología del estómago, el páncreas, la vesícula biliar, la motilidad intestinal y todo ello bajo la influencia del sistema nervioso (Fernández, 2009).

Hacia el año 1900, Pavlov se había hecho muy conocido entre los médicos y científicos del mundo entero. Los médicos que habían trabajado en su laboratorio, habían vuelto a la práctica médica y habían difundido las investigaciones de Pavlov. Científicos de todo el mundo visitaron su laboratorio para aprender a realizar las operaciones quirúrgicas que Pavlov había perfeccionado. Uno de los colegas de Pavlov tradujo su libro al alemán en 1898, y después llegaron la edición francesa (1901) e inglesa (1902). Esto hizo que los descubrimientos de Pavlov fueran, por fin, fácilmente accesibles a sus colegas en Europa Occidental y los Estados Unidos (Todes, 2000; Fernández, 2006).

Un hecho interesante que pudo afectar, según resalta Fernández (2006), entre otras cosas, para que Pavlov cambiara el foco de sus investigaciones, del sistema digestivo al sistema nervioso, fue la comprobación de la influencia hormonal sobre el páncreas. Pavlov defendía la teoría del *nervismo* que pretendía reemplazar la vieja teoría humoral. Para Pavlov, la actividad secretora de las glándulas digestivas era regulada exclusivamente por el sistema nervioso. Pero los experimentos de los fisiólogos ingleses Bayliss y Starling de 1902, demostraban la regulación hormonal de la secreción pancreática. La secretina intervenía en el mecanismo de la secreción pancreática pero no invalidaba el papel del sistema nervioso. La nueva teoría debía aceptar la existencia de un doble mecanismo,

nervioso y hormonal para la regulación de la secreción del páncreas. Pavlov debió aceptar la existencia de este doble mecanismo.

Estos hechos pudieron influir para que Pavlov cambiara la línea de investigación dominante hasta ese momento y empezará a llamarle la atención un fenómeno que habían encontrado sus colaboradores varias veces, pero que habían descartado, el fenómeno que llamaban *secreción psíquica*. Pavlov en 1903, en el Congreso Medico Internacional de Madrid, presentó por primera vez sus nuevas investigaciones sorprendiendo al auditorio.

### 3.- MATRIMONIO CAJAL Y VIDA FAMILIAR.

Cuando Cajal vuelve de Cuba convaleciente tiene 24 años. Al llegar a Zaragoza sucede la ruptura de su noviazgo. Tenía una relación con una joven de sus años de la universidad y durante su vida militar mantuvo constante correspondencia con ella, correspondencia que le animó y le mantuvo en los difíciles momentos de Cuba. Pero a su regreso, cuando él estaba demacrado y convaleciente, notó cierto distanciamiento e indiferencia por su parte. Entonces cuenta que decidió hacer “un experimento decisivo” y un día a la hora de la despedida decidió besarla en la mejilla, ella puso el grito en el cielo y le reprochó tal gesto como una conducta escandalosa e indigna de un caballero. Con esta reacción Cajal entendió que ella deseaba poner fin a una relación que no deseaba continuar. No volvieron a verse. Más tarde supo que ella temía casarse con él, estaba desilusionada por su cambio físico y pensaba que al poco tiempo sería viuda (Cajal, 1923/2006, Cannon, 1981; Gombi, 1994).

Más tarde, cuando Cajal conoce a Silveria, decide hacer un estudio psicológico para asegurarse que son compatibles y ahorrarse malos momentos. Silveria Fañanás García, había nacido en Huesca el 20 de junio de 1854 (De Carlos, 2001), era dos años menor que Santiago huérfana de padre, quién había sido un modesto empleado del Estado. En la infancia, cuando Santiagué (como le conocían de niño) vivió en Huesca, había conocido a Silveria, de hecho en sus *Recuerdos* narra que debido a su mala fama, las niñas al salir del colegio se

escondían al verle. Silveria era una de ellas, tal vez una de las que más horror sentía, pues echaba a correr despavorida al verle. La describe como una rubita grácil de grandes ojos verdemar, mejillas y labios de geranio y largas trenzas color miel. Su tío y padre (que por los alborotos de Santiago y sus amigos no podían dormir la siesta) le habían dicho pestes de Santiagué, el hijo del médico de Ayerbe (Cajal, 1923/2006).



**Figura 31.- Retrato de Silveria un año antes de casarse con Cajal (Cajal, 1923/2006).**

Después de muchos años vuelve a encontrarla Cajal de regreso de uno de sus paseos. A Cajal le atraen la dulzura y suavidad de sus facciones, la esbeltez de su talle, sus grandes ojos verdes encuadrados de largas pestañas y la frondosidad de sus cabellos rubios. Cajal la sigue hasta su casa y hace las averiguaciones pertinentes para saber que era una muchacha honrada, modesta y hacendosa (Cajal, 1923/2006).

En realidad, sabemos muy poco de ella, pues aunque Cajal fue un prolífico escritor, escribió muy poco sobre ella. Tal vez tenemos más imágenes (por las fotografías que le tomó) que palabras sobre ella. Pero sabemos un par de



características más. Doña Silveria era religiosa y, a diferencia de Serafima, no tenía mayor formación intelectual.

Cajal, al igual que Pavlov, decide casarse contra la voluntad de sus padres, familiares y amigos. El padre, Don Justo estaba muy molesto por la decisión de su hijo. A diferencia del caso de Pavlov, no porque la familia de Silveria no tuviera dinero, sino porque pensaba que no era adecuado casarse sin tener un buen trabajo y dinero suficiente para mantener una familia. Además, amigos y familiares pensaban que el matrimonio lo alejaría de la investigación y la ciencia. Sin embargo, sucedió todo lo contrario. Fue un matrimonio sólido y duradero que le permitió consolidar su carrera académica y científica.



**Figura 32.- Doña Silveria en Zaragoza, poco después de casarse (Romero, 1984).**

Santiago y Silveria se casan el 19 de julio de 1879<sup>36</sup>, en una ceremonia casi secreta, con muy poca gente, su padrino fue su hermano Pedro. Por aquel entonces Cajal ganaba 25 duros mensuales, más 8-10 por sus clases particulares.



**Figura 33.- Silveria Fañanas en Valencia en 1885 (Cajal, 1923/2006).**

Durante los cuatro años que siguieron a su boda, en contra de las malas previsiones, Cajal desarrolló una prolífica actividad científica y técnica. Perfeccionó su formación morfológica, estudio alemán y amplió su laboratorio histológico, que utilizaba para su trabajo personal y sus clases particulares. Realizó importantes progresos en el terreno de la fotografía y el dibujo, aprendiendo a hacer “placas fotográficas ultrarrápidas al gelatina-bromuro” poco habituales en la España de la época. Las hacía por la noche con ayuda de Doña Silveria en un taller improvisado en el granero de la casa. Con ellas obtuvo tanto éxito que consiguió ingresos extras vendiéndolas a los fotógrafos profesionales<sup>37</sup>. Finalmente, aprendió técnicas

<sup>36</sup> La fecha de su boda no estaba clara y dependía de los diferentes biógrafos. El origen de las confusiones provienen del mismo Cajal, quién en *Recuerdos* (1923/2006) dice que a finales de 1879 toma la decisión de casarse. Canon (1923/1981) dice que se casaron en 1880 y que fueron novios en 1879. Gombi (1994) dice que se casaron el 19 de julio de 1880. López-Piñero (2000) dice que se casaron el 19 de julio de “ese mismo año”, y se está refiriendo a 1879. Finalmente, el dilema nos lo aclara Juan de Carlos (2001) gracias a los certificados de la boda que confirman que se realizó el 19 de julio de 1879.

<sup>37</sup> Esta actividad rentable fue abandonada por Cajal porque le quitaba tiempo a sus investigaciones.

litográficas y aplicó la fotografía a la reproducción de este tipo de ilustraciones (López-Piñero, 2000).

Como nos dice el propio Cajal (1923/2006), no hubo para lujos, ni veraneos, ni perifollos ni teatro, pero sí hubo para libros, revistas y objetos de laboratorio. Su esposa se condenó a la vida sencilla, tranquila y centrada en la felicidad del marido y los niños. Doña Silveria administró todas las cosas del hogar (Como Serafima en el matrimonio Pavlov) y finalmente fue aceptada por la familia de Cajal, sobre todo por la madre. Se dieron cuenta que dados el carácter y las tendencias de Cajal, había hecho una elección correcta. Su madre acabó por querer sinceramente a su nuera, para Cajal la empatía que hubo entre las dos, después del enojo inicial, provenía de similares características como personas, compartiendo virtudes domésticas, gustos y carácter.

Para hacernos a una idea de las restricciones que vivió el matrimonio Cajal, retomamos las apreciaciones de Pi Suñer sobre Cajal en la época en que llegó a Barcelona (Ferrer, 1989). Se instaló en un mísero piso en la calle Cera, viviendo con el sueldo de catedrático de menos de sesenta duros al mes (300 pesetas). “Cada año tenía un hijo y publicaba un libro. Era difícil encontrar una silla en que sentarse, eran pocas y en ellas se depositaban libros y revistas” (Ferrer, 1989, p. 25).

Cuando la familia Cajal se instaló en Barcelona, Cajal se ayudaba en sus ingresos por medio de clases particulares. Sus alumnos eran médicos deseosos de conocer las nuevas disciplinas e iniciarse en los secretos de la microbiología. Entre ellos estaban Durán y Ventosa, Duran y Bas, Pi i Gubert, Gil Saltor, Sala y Pons, Bofill y José M<sup>a</sup> Roca (Ferrer, 1989). Roca en su *Tribut al Mestre* de 1923 nos dice que Cajal “se instaló en un pisito más que modesto, modestísimo, del arrabal de la ciudad,...” (Citado por Ferrer, 1989, p. 27).

Roca también nos ofrece una semblanza de Cajal de la siguiente forma: “cara angulosa y pálida, estigma de un paludismo pretérito: calva prematura y barba rala y descuidada; mirada inteligente, escrutadora como un estilete; soberbia frente

reveladora de fuerte mentalidad; poco o nada efusivo en su expresión y algo o muy arisco. Haciendo honor a su tierra, no conocía la ficción, siendo tan sectario de la sinceridad como enemigo de la hipocresía o de las malas acciones. Devoto de la soledad, es un contemplativo de la naturaleza en toda su inagotable y polimorfa belleza... Trabajador impenitente, no solía perder el tiempo en conversaciones inútiles. Habla como escribe, claro, conciso y con gran corrección, no es unilateral como tantos sabios, antes al contrario posee extensa cultura: políglota, filósofo, literato, dibujante, acuarelista, fotógrafo. Pertenecía a aquel tipo de Médico predilecto de Letamendi, que a más de Medicina, sabe otras muchas cosas y bien sabidas" (Roca, citado por Ferrer, 1989, p. 27).



**Figura 34.- Cajal con sus hijos en Barcelona, Fe y Santiago a su lado y Jorge y Paula en sus brazos (Romero, 1984).**

Como arriba recalca Pi Suñer, la familia Cajal fue grande, el matrimonio tuvo siete hijos: Fe, Santiago, Paula, Jorge, Enriqueta, Pilar y Luis, de los cuales sobrevivieron cinco. Dos tragedias azotaron la familia, justo en la época en la que vivían en Barcelona, los años de mayor éxito en la investigación de Cajal. Por un

lado, su hijo mayor, Santiago<sup>38</sup>, padece fiebre tifoidea que afectó su desarrollo mental y fue el origen de la enfermedad cardíaca que le haría fallecer en 1911 (López-Piñero, 2000). Tenía gran semejanza con su padre, que había puesto en él grandes esperanzas, por la extraordinaria capacidad mental que había manifestado (según Ferrer, 1989). Por otro lado, su hija Enriqueta muere en esta época<sup>39</sup>, víctima de una meningitis tuberculosa -contraída durante la convalecencia de un sarampión-, enfermedad para la que no había un tratamiento eficaz en la época.

La muerte de la niña coincidió con el descubrimiento de varios detalles cruciales de la estructura histológica del cerebelo (los trascendentales descubrimientos del “cono de crecimiento”), fundamento de su obra científica, por lo que permaneció asociado, durante el resto de la vida de Cajal, a la muerte de su hija (López-Piñero, 2000; Cajal 1923/2006). Como recuerda Cajal: “¡Pobre Enriqueta!... Su imagen pálida y doliente vive en mi memoria asociada, por singular y amargo contraste, a uno de mis descubrimientos más bellos: *el cilindro-eje de los granos del cerebelo y su continuación con las fibrillas paralelas de la capa molecular*. Acaso en tan triste ocasión fue la angustia despertador soberano. Continuamente desvelado, y rendido de fatiga y pena, di en la manía de embriagarme, durante las altas horas de la noche, con la *luz del microscopio*, a fin de adormecer mis crueles torturas. Y cierta noche aciaga, cuando las tinieblas

---

<sup>38</sup> Sobre su hijo, Cajal (1923/1981) dice literalmente: “Mi hijo mayor que prometía ser mozo de entendimiento, cayó gravemente enfermo...” (p. 114). Autores como Gombi (1994) y Ferrer (1989) o Cannon (1981) dicen que se refiere a su hijo Santiago, sin embargo, López-Piñero (2000) dice “Jorge, su hijo mayor, padeció una grave fiebre tifoidea que afectó seriamente su desarrollo mental y fue origen de la enfermedad cardíaca de la que fallecería en 1911” (p. 164). Según De Carlos (2001) y gracias a la información oral que le brinda Encarnación Ramón y Cajal -nieta de Cajal e hija de Jorge-; Santiago, el hijo mayor tenía una cardiopatía y murió muy joven. Sin embargo su hijo Jorge estudio medicina y estuvo trabajando con su padre bastante tiempo en su laboratorio. Luego lo dejaría para trabajar en el Instituto de sueroterapia, también dirigido por su padre y en el cual también trabajaría su hijo pequeño Luis, también médico. Jorge falleció de problemas pulmonares en 1936, posiblemente por una broncopatía por fumar mucho.

<sup>39</sup> Sobre Enriqueta tampoco hay concordancia en cuanto a la fecha de nacimiento y muerte. Según se desprende de lo que dice Cajal (1923/1981) y López-Piñero (2000) nacería en 1888, “la primer hija que nació en Barcelona”, y habría muerto en 1890 (Cajal, 1981). Sin embargo, otros autores dicen que Enriqueta nació en 1886, lo que implicaría que nació en Valencia (Gombi, 1994; De Carlos, 2001); mientras que Ferrer (1989) y Cannon (1981) refieren que el año de su muerte es 1889. Sin embargo, casi todos los autores coinciden en que Enriqueta falleció con dos años de edad, excepto Cannon (1981) que dice que tenía tres años de edad y Fernández-Santarén, quién dice que tenía seis años de edad (Ver Fernández-Santarén, 2006, p. 48).

comenzaban a abatirse sobre un ser inocente, brilló de repente en mi espíritu el resplandor de una verdad...” (Cajal, 1923/1981, p. 114).

En este punto, es importante detenernos para perfilar la personalidad de Cajal. Sobre todo, después de la particular visión que sobre este episodio de su vida ofreció la serie televisiva *Ramón y Cajal: Historia de una voluntad*, realizada por José María Forqué en 1982 para Televisión Española. En ella se muestra a un Cajal embebido por el microscopio, absorto en su cuarto de investigación, distante y ajeno a los gritos desgarradores de Silveria ante la muerte de su hija Enriqueta en la madrugada.

Fernández Santarén, en su introducción a la bella edición de los *Recuerdos* de Cajal, nos dice: “Y quiero traer el hecho para desmentir una de las imágenes más inhumanas que se ha dado de Cajal, al que se le ha retratado en el interior de su laboratorio, sobre el microscopio, desoyendo la llamada de doña Silveria mientras fallecía la pobre Enriqueta. Los testimonios directos, los únicos válidos en este tipo de cuestiones, hablan de la falsedad de la escena. Cajal, como médico que era, sabía perfectamente que el final de su hija era irremediable, pero en ningún momento la abandonó. Cajal siguió con su trabajo y llegó a trasladar el microscopio a la cabecera de la cama de la pequeña Enriqueta, pero nunca se separó de su hija” (Fernández-Santarén, 2006, p. 48).

Cuestión que también desmiente el nieto de Cajal, Don Santiago Ramón y Cajal Junquera en una entrevista: “Eso fue algo que exageró José María Forqué en su serie de televisión. No es cierto que dejase morir a Enriqueta, ya desahuciada, y que la abandonase; sí es cierto que su muerte coincidió con importantes descubrimientos, pero de eso a no hacer caso de la hija que se está muriendo media un abismo. ¿Su mujer? La llevaba con él a todos los viajes que hacía al extranjero. Al contrario: mi padre siempre me ha dicho que era un hombre muy familiar y que solía llevar a toda la familia a tomar chocolate a la calle de Alcalá” (Castro, 2007).

De Cajal también se dijo mucho que era huraño y poco sociable, pero Rodríguez<sup>40</sup> como secretaria personal de Cajal, desmiente tales apreciaciones y las achaca a la ignorancia. Nos dice que el mismo Cajal se quejaba con tristeza de tal tergiversación, diciendo que siempre fue afable, franco y campechano. Lo que pasaba según Rodríguez, es que siempre fue enemigo de la adulación y de la hipocresía, lo cual le costó bastantes críticas injustas. “Y como jamás se prestó a convertirse en *vedette* de la publicidad, los autores a la caza de anécdotas impresionantes, le colgaron ese sambenito” (Rodríguez, 1977, p. 42).

En una carta a un amigo de Zaragoza, escribía en 1933: “No haga Ud. caso de mi biografía en “Zaragoza Gráfica”. Me ignora por completo, Me presenta como un tipo arisco, cuando siempre fui todo lo contrario. Ni tiene la menor noticia de mi arterioesclerosis que hace 12 años torció mi vida de relación, obligado a abandonar tertulias, ateneos, academias, teatros, etc.” (Rodríguez, 1987, p. 71-72).

Lo que también es cierto es que se saltaba las tradicionales normas de cortesía. Su falta de pedantería y su candor provinciano desentonaba ante determinados públicos selectos, se caracterizaba por no utilizar florituras oratorias y prefería remitirse a la elocuencia de los hechos (Rodríguez, 1987).

Coincide también en esta apreciación su discípulo Teófilo Hernando, quién afirma: “De carácter sencillo y afable, una cierta timidez y su entrega a hondas preocupaciones científicas, le hacían parecer huraño, siendo, por el contrario, el hombre más sociable, menos pretencioso y capaz de aceptar el diálogo con toda clase de personas, desde las más modestas a las más encumbradas y desde las de inteligencia más simple hasta aquéllas dotadas de genio comparable al suyo. La aparente hosquedad de Cajal no es más que la reacción de un hombre lleno de vida interior ante la impertinencia y la tosquedad de la masa....” (Hernando, 1952, p. 100).

---

<sup>40</sup> Enriqueta Lewy Rodríguez, secretaria de Cajal durante los últimos ocho años de su vida y encargada entonces de la magnífica Biblioteca de Ciencias Neurológicas que había acumulado Cajal.

Cajal era muy sociable, de hecho frecuentó y participó activamente en diferentes peñas, casinos y ateneos, como el Ateneo de Valencia o el de Madrid, en la Pajarera y el Café Pelayo de Barcelona o el famoso café Suizo de Madrid. Era muy afable no sólo con sus amigos, sino también con sus tercos adversarios científicos y su generosidad humana fue ensalzada por colegas y discípulos nacionales y extranjeros (Rodríguez, 1977).

Por otro lado, como todo gran científico, tenía que aislarse para crear ciencia, y con el pasar de los años, empezó a tener problemas de salud por lo que renunció a la vida social y a la tertulia, ya que le fatigaban. Esos años de recogimiento generaron una injusta fama basada en la imaginación de muchas personas.

También puede haberse granjeado esa fama por su sistemática negativa a recibir personalidades relevantes, políticos, autoridades militares o eclesiásticas. Como nos cuenta su secretaria Enriqueta, jamás sintió la necesidad de cultivar relaciones mundanas, ajenas a su labor de investigación. Pero así como huía de los aduladores, sí mantenía relaciones cercanas con modestos trabajadores, como Federico Arias el “Ranero”<sup>41</sup>, el conserje Tomás, el mozo Manolo, el bedel Remartínez o el sereno del barrio, la portera de la casa y algunos de su vecinos (Rodríguez, 1987).

Volviendo nuevamente sobre Doña Silveria, es importante anotar el perfil que nos ofrece García Durán y Francisco Alonso manejando fuentes familiares no conocidas en otros estudios: “Mujer seca y antipática. Tenía frecuentes salidas que rozaban en incorrección, por ser persona de las que dicen las verdades descaradamente, sin paliativos. Fue muy hogareña, trabajadora y hacendosa, pero de escasa o, mejor, nula cultura. Su tacañería, unida a una visión estrecha de las cosas, limitó bastante la difusión de los libros de D. Santiago, pues no queriendo aceptar las condiciones que son de uso corriente en el mercado de los libros, los hacía depositar en la casa sin darlos a empresas distribuidoras [...]”

---

<sup>41</sup> El “Ranero” fue la persona que por muchos años le proveía de los animales de experimentación.



malhumorándose al pensar que con el trabajo y esfuerzo de su marido pudieran hacer otros negocios” (citados por López-Piñero, 2000, p. 63).

Su amor por Cajal lo mantuvo hasta su muerte en agosto de 1930, sin que ni siquiera fuera desplazado por el de sus hijos, con los que parece que fue demasiado seca, según López-Piñero (2000). Por encima de toda retórica y a pesar de las actitudes machistas de la época, Cajal le correspondió también hasta el último momento de su vida. De forma que en su disposiciones antes de su fallecimiento dijera: “Entiérreseme, a ser posible, junto a mi esposa, -que había permanecido católica- y si no, en el cementerio laico, junto a Azcárate” (Durán y Alonso, citado por López-Piñero, 2000, p. 64).



**Figura 35.- Cajal con su familia. Silveria con su hija Pilar en brazos y Fe, Santiago y Jorge (Romero, 1984).**

Como esposa, subordinó totalmente el resto de su existencia al ideal de vida perseguida por Cajal. Como era habitual en la época, éste pensaba que en ello residía la armonía y la paz del matrimonio, que se malograba, cuando la compañera se convertía en director espiritual de la familia y organizaba el programa y aspiraciones del cónyuge (López-Piñero, 2000, p. 61-62). Como aclara López-Piñero, su postura machista no le llevó a negar la formación de las mujeres, de hecho consideró que la rareza de mujeres cultas en España era una deficiencia más del país en comparación con la Europa del norte. Destacó la mujer sabia, colaboradora en las empresas científicas del esposo y su admiración por las parejas de científicos como los Curie, los Déjerine, los Nageotte y los Vogt.

Cajal describe su relación con Silveria con estas palabras: “Mi compañera, con su abnegación y modestia, su amor al esposo y a sus hijos y su espíritu de heroica economía, hizo posible la obstinada y obscura labor del que escribe estas líneas” (Cajal, 1923/2006, p. 348). “Silveria Fañañás era una mujer ajena a la vanidad y al lujo y jamás reclamó nada a Santiago en beneficio propio, al contrario, le dio todas las facilidades del mundo para que continuará su carrera y empleara todo el dinero posible en sus investigaciones. Siempre permaneció en la oscuridad entregada a la administración del hogar y a la felicidad de los suyos. Silveria se plegó completamente a los deseos de Santiago y a los que él entendía debía ser el papel de la mujer...” Gombi (1994, p. 62).

Como apunta Pedro Hualte -médico nacido en Petilla de Aragón-, Doña Silveria fue determinante en la obra científica de su marido, no sólo cuidó de él y de su amplia familia, sino que fue la primera que se dio cuenta de que el valor de Cajal trascendía y podría ser un día fundamental para el estudio de la histología y su proyección. No le importó esforzarse o tener alguna privación económica para que su marido tuviere los ingresos suficientes para publicar sus trabajos (Martínez, 2008).

Su mujer cooperó además con toda entrega a la cristalización de su personalidad (Rodríguez, 1987). Cajal en sus *Recuerdos* subrayaba la entereza mostrada por Silveria en momentos morales difíciles en lo que él necesitaba ser ayudado; y en “Tónicos de la Voluntad”, resalta que la esposa del hombre de

ciencia debe ser “entusiasta amiga y compañera de la obra común”. Como dice Enriqueta Lewy Rodríguez, a diferencia de otros hombres de ciencia, que se veían obligados a sacrificar su ideal científico a causa de la incomprensión o falta de sensibilidad de su esposa<sup>42</sup>, Cajal siempre agradeció a su honrada esposa su compromiso con él y su obra.



**Figura 36.- Doña Silveria con sus dos hijos, Paula en brazos y Jorge (Albarracín, 1982).**

Según nos recuerda Gombi: “Nunca se valorará suficientemente la labor oculta de la mujer en la vida de muchos sabios. En el matrimonio Cajal, él se ha llevado la gloria de la fama, pero muy diferentes hubieran sido las cosas si su esposa Silveria no hubiera sido la mujer esforzada, silenciosa y serena que infundía seguridad, daba ánimos y permitía a Santiago estar libre de las cargas familiares....no sentía celos de las horas que el investigador dedicaba al laboratorio

---

<sup>42</sup> Un buen ejemplo de ello está en Claude Bernard y su esposa.

y de las criaturas espirituales que iban surgiendo con cada investigación y experimento”. (Gombi, 1994, p. 75).

Gracias a García Durán-Francisco y su libro *Cajal, Escritos Inéditos*, citado por Rodríguez podemos tener quizás las únicas palabras directas de Doña Silveria al respecto, gracias a una carta que escribió a unas maestras barcelonesas: “Yo no hice sino cumplir con el deber que toda mujer española hubiera cumplido, de disimular a mi compañero el conocimiento de todas aquellas estrecheces y preocupaciones del hogar modesto, a fin de que se consagrara libre y holgadamente a sus trabajos favoritos. Mi único mérito fue el haber tenido siempre fe ciega en él y que, después de los días de penuria y severa economía, vendrían otros de holgura y bienestar” (Rodríguez, 1987, p. 39-40).

La serie televisiva de José María Forqué (1982), da a entender Rodríguez, presenta a un Cajal falseado “como un egoísta horrendo, malgastador de los míseros ahorros de su esposa” (Rodríguez, 1987, p. 40). Para Rodríguez, Doña Silveria cuidó no sólo de la salud deteriorada de Cajal (después de Cuba) sino que siempre veló por su equilibrio espiritual. Fue su apoyo en la dura batalla que emprendió en el mundo de la neurobiología, cuando los grandes sabios recelaban de sus descubrimientos, ella fue la que siempre estuvo allí hasta que recibió el título de *Maestro de Maestros*. Ella fue el apoyo tras siete oposiciones a cátedra durante 15 años, hasta obtener la cátedra de Madrid con 40 años.

Después de 51 años de convivencia, el 23 de agosto de 1930 falleció Silveria Fañanás. A partir de entonces Cajal se encerró más en sí mismo. Se pasaba la mayor parte del tiempo en la “cueva”, como llamaban sus discípulos el sótano que habilitó para lugar de trabajo. Según Rodríguez, en su sótano nadie le importunaba, a él tenían prohibido el acceso las mujeres y “como nadie limpiaba ni barría allí, el suelo se iba cubriendo inexorablemente de nuevas capas de cuartillas de desecho” (Rodríguez, 1977).



**Figura 37.- Cajal y su familia en Madrid, 1908. Paula, Cajal, Silveria, Fe, Pilar, Santiago y Luis (Romero, 1984).**

#### **4.- PRIMERAS APORTACIONES Y RECONOCIMIENTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DE CAJAL.**

En 1892 con 40 años, Cajal consigue por fin la cátedra de Histología e Histoquímica Normales y Anatomía Patológica en la Universidad Central de Madrid, pudiendo dedicarse a la investigación con holgura y mejorar la calidad de vida de la familia, pues sus recursos estaban bastante mermados debido a los gastos de laboratorio y de suscripción a revistas internacionales.



**Figura 38.- Santiago y Silveria en Madrid en 1895 (Rodríguez, 1987).**

Se dedicó con tesón a seguir investigando con el método de Golgi y el azul de metileno de Ehrlich, todas las estructuras que constituyen el sistema nervioso central, casi milímetro a milímetro, como dice su nieto Santiago Ramón y Cajal (2007). En 1894 tuvo especial repercusión su comunicación en el Congreso Internacional de Medicina de Roma, donde afirmó que la actividad intelectual no depende del tamaño ni del número de neuronas cerebrales, sino de la abundancia de conexiones interneuronales.

Debido al reconocimiento internacional de su trabajo, en 1894 es invitado a pronunciar la “*Croonian Lecture*” en la Royal Society de Londres y se le otorga el grado de doctor en Ciencias en la Universidad de Cambridge. También desarrolla una serie de conferencias en la Universidad Norteamericana de Clark con motivo

del décimo aniversario de su fundación (Cajal, 1923/1981, López-Piñero, 2000; Ramón y Cajal, S., 2007).

En 1897 estudia las neuronas de cerebro, cerebelo y el hipocampo, además crea la *Revista Trimestral Micrográfica*<sup>43</sup>, con el fin de poder dar a conocer el volumen de sus descubrimientos rápidamente. Obviamente, tiene que costear él mismo la publicación de la revista así como los gastos de correo, con el fin de hacer llegar sus publicaciones a los sabios de la época. Este mismo año también empieza a publicar su obra magna: *Textura del Sistema Nervioso del hombre y los vertebrados* en fascículos, hasta 1904, cuando la culminó.

Por esta época estudio la corteza cerebral, primero en mamíferos pequeños y más tarde en cerebros humanos de niños fallecidos en edades tempranas. Hizo la descripción de las células de axón corto de la capa molecular, entre ellas las hoy conocidas como células de Cajal-Retzius, que describió en 1890. Las células de axón corto eran muy importantes para Cajal, quién pensaba que estaban relacionadas con la excelencia funcional del encéfalo (Cajal, 1923/1981 y Ramón y Cajal, S., 2007).

En 1904 terminó y publicó su obra magna, que recopila quince años de intensa investigación. El libro *Textura* es para su nieto Santiago “la obra neurohistológica más completa escrita hasta la fecha y representa el tratado científico más importante realizado en España. Puede decirse que es el equivalente en ciencia, lo que el *Quijote* de Cervantes representa en la literatura universal. En 1911, la *Textura* fue publicada en francés en una versión de dos tomos, muy renovada y actualizada, alcanzando mayor difusión que la primera edición en castellano” (Ramón y Cajal, S., 2007, p. 13).

En los primeros años del siglo XX, empieza a recibir Cajal grandes premios y reconocimientos a nivel científico e internacional, como el Premio Ciudad de Moscú (1900), la Medalla de Helmholtz, de la Academia de Ciencias de Berlín

---

<sup>43</sup> Esta revista a partir de 1901 pasó a llamarse *Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas de la Universidad de Madrid*, y esta vez era sufragada por el Estado (Ramón y Cajal, S., 2007).

(1905) y el Premio Nobel de Fisiología o Medicina (1906), que le consagran en el mundo de la ciencia, pero sobre ello volveremos en el capítulo 6.





**VI.- CAPITULO 4.**

**CONSTRUCCIÓN DE UNA TEORÍA.**

**LA TEORÍA NEURONAL DE CAJAL Y**

**LOS REFLEJOS CONDICIONALES**

**DE PAVLOV.**



## **VI.- CAPITULO 4. CONSTRUCCIÓN DE UNA TEORÍA. LA TEORÍA NEURONAL DE CAJAL Y LOS REFLEJOS CONDICIONALES DE PAVLOV.**

### **1.- ¿SE CONOCIERON CAJAL Y PAVLOV?**

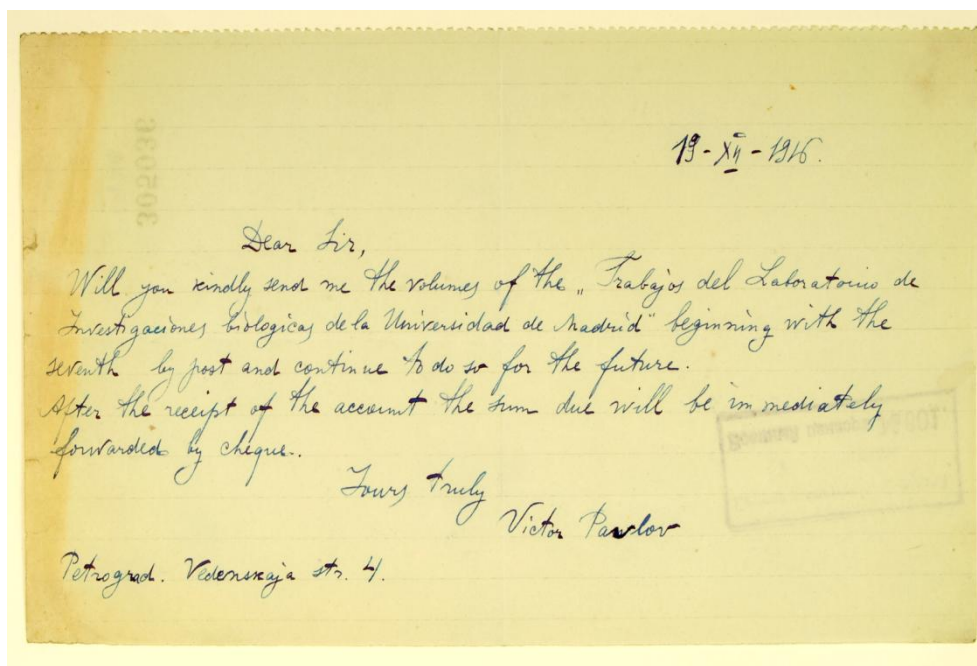
Ante la contemporaneidad de los dos autores, podría esperarse que hubieran mantenido algún tipo de contacto. En primera instancia, podríamos esperar un contacto epistolar entre ambos. Por ejemplo, Harvey Cushing (padre de la neurocirugía moderna) e Ivan Pavlov mantuvieron contacto epistolar y se conocieron físicamente. Cushing también estableció contacto de una forma más indirecta con Cajal, a través de su discípulo Penfield, quien también fue discípulo de del Río Hortega, alumno de Cajal. De hecho, Penfield fue el primer científico americano que trabajó con el grupo de Cajal (Zamora-Berridi y cols., 2011; Aguirre, 2002).

Cuando contactamos con el Instituto Cajal del CSIC de Madrid y el Archivo de la Academia Rusa de Ciencias, se nos informó que no existen registros de cartas entre los dos autores. Tan sólo, gracias al Dr. Juan de Carlos, del Legado Cajal (Instituto Cajal), se pudo localizar una carta dirigida a Cajal de un tal Victor Paulov de 1916, con la que le agradece el envío de la revista editada por Cajal.

Desafortunadamente, no hemos podido corroborar si tiene o no que ver realmente con Ivan Pavlov (recordemos que éste tenía un hijo de nombre Víctor). También contactamos vía e-mail al Profesor Daniel Todes, experto biógrafo de Pavlov y quien ha tenido acceso directo a diversos archivos sobre su trabajo en San Petersburgo. Sin embargo, él tampoco encontró ningún registro de contacto epistolar directo entre los dos autores.

Bajo la visión del Prof. Todes, Pavlov debía conocer las investigaciones de Cajal, pero no cree que haya habido discusiones científicas entre ellos, posiblemente por sus diferentes niveles de especialización y por los problemas de

comunicación que implicaría el idioma (él único idioma en común que podrían manejar ambos era el alemán).



**Figura 39.- Carta de los archivos del Legado Cajal, de Victor Pavlov a Cajal de 1916.**

Finalmente, el Prof. Todes nos dice que la única mención de Cajal que encontró en los archivos de Pavlov fue una carta del neurocirujano americano Harvey Cushing a Pavlov en diciembre de 1924. En ellas, Cushing trataba de convencer a Pavlov de escribir un libro en inglés sobre los reflejos condicionales, y escribió: "Sólo lamento que nosotros no tengamos el acceso a sus escritos en inglés. Tengo miedo que tengamos que aprender el ruso tal como nos hemos visto obligados a aprender el español para seguir los estudios de Ramón y Cajal en Madrid". (Archivo de la Academia Rusa de Ciencias, San Petersburgo, fond 259, opis'2, delo 457, citado en Zamora-Berridi y cols., 2011).

Una última opción de contacto, podría provenir de sus discípulos y trabajos comunes. Sin embargo, tampoco hemos encontrado registro alguno de que tal contacto se hubiera dado entre discípulos. Al parecer, los dos científicos de nuestro

estudio sólo coincidieron una vez en vida en un único espacio físico, el encuentro internacional de Madrid en 1903.



Figura 40.- Harvey Cushing junto a Ivan Pavlov en una de sus visitas a EE.UU.

## 2.- CONGRESO DE MADRID DE 1903.

Las diferentes fuentes bibliográficas (Campos-Bueno, 2003; Campos-Bueno y Martín-Araguz, 2012) nos remiten a un punto en común, el XIV Congreso Internacional de Medicina de Madrid, donde Cajal participó no sólo como ponente sino como miembro del Comité Organizador, y donde también participó como ponente una de las figuras internacionales del momento, Ivan Pavlov.

A pesar de los avatares políticos y sociales que vivía España, al encuentro de Madrid acudieron las máximas figuras de la medicina y la ciencia del momento. Se presentaron 474 delegados extranjeros de 39 países, un total de 6.961 asistentes, 3.431 extranjeros y 3.530 españoles y 1.681 comunicaciones y memorias con un gran protagonismo de los temas neurológicos. (García-Albea y cols., 2010)

El XIV Congreso Internacional de Medicina de abril de 1903, significó un hito importante para la psicología, la neurociencia y la ciencia en general. Como dice Campos-Bueno, en este congreso se dieron a conocer al gran público dos descubrimientos que marcarían todo un siglo en el estudio del cerebro y de la conducta. “Ambos trabajos tenían en común el considerar al organismo como un todo y, por ello, los dos habían desarrollado métodos de estudio en vivo que eliminaban las restricciones impuestas por la anatomía y fisiología clásicas. Nos referimos a los trabajos de Ivan Petrovich Pavlov y de Santiago Ramón y Cajal (Campos-Bueno, 2006, p. 78).

De las cuatro comunicaciones que tenía Cajal en el Congreso, dos son para nosotros particularmente interesantes. La primera por darla justo antes que la de Pavlov y la segunda, porque es trascendental en su defensa de la teoría neuronal. En primer lugar, según los datos indican, es altamente probable que Cajal y Pavlov se hayan conocido el 28 de abril de 1903, ya que ese día Cajal ofreció una ponencia en la Asamblea General del Gran Anfiteatro de la Facultad de Medicina a las tres de la tarde. Su ponencia se llamaba *Plan de estructura del tálamo óptico*. Por primera vez y de forma minuciosa se hablaba de la cartografía del tálamo óptico, como estación de paso de las vías sensitivas y las distintas proyecciones de sus circuitos (Campos-Bueno y Martín-Araguz, 2012).

Lo importante de esta ponencia, como hemos dicho, es que después de la ponencia de Cajal, vino la de Ivan Pavlov quién presentaba por primera vez al mundo, los primeros descubrimientos sobre la *secreción psíquica*, mas tarde conocidos como *reflejos condicionales*. Ya que el mismo día 28 de abril, hablaron en sendas ponencias en el mismo auditorio y uno precediendo al otro, siendo dos de las más distinguidas figuras científicas del momento, es más que probable que hayan sido presentados formalmente. Sin embargo, no hemos encontrado constancia fotográfica o escrita que dilucide sin ninguna duda ese encuentro.

La ponencia ofrecida por Ivan Petrovich Pavlov, se titulaba “*Psicología y psicopatología experimental en los animales*”, en ella Pavlov sorprendió al auditorio presentando una serie de nuevos hechos alrededor de sus investigaciones sobre las glándulas digestivas (investigaciones que le permitirían obtener el Premio Nobel

un año después) que le llevan a replantear sus próximos años de estudio, centrándose a partir de ese momento en el sistema nervioso de los animales y sus capacidades de aprendizaje en medio de un ambiente cambiante.

Pavlov empezaba así su conferencia: “Por considerar el idioma de los hechos como el más elocuente, recurriré en forma directa al material de experiencias que me autoriza a hablar sobre el tema de mi exposición. Esta será, ante todo, la historia de un fisiólogo que pasó de los temas puramente fisiológicos al dominio de los fenómenos llamados comúnmente psíquicos. Esta transformación tuvo lugar en forma inesperada, aunque natural, y, lo que me parece de suma importancia en este problema, sin cambiar, por así decir, el frente metodológico... Habiéndome ocupado durante muchos años de la actividad normal de las glándulas digestivas y analizando las condiciones constantes en que se realiza esta función, encontré entre ellas condiciones de carácter psíquico y no hubo razón alguna para dejarlas de lado, puesto que participaban en forma permanente y muy importante en el desarrollo habitual del proceso” (Pavlov, 1964, p. 29).

Y resalta sus intenciones de enfrentar de forma científica el nuevo problema de la secreción psíquica: “La investigación objetiva de la materia viva, que comienza con el estudio del tropismo de los seres más elementales, debe permanecer también objetiva cuando llega a las manifestaciones superiores del organismo animal, a las llamadas manifestaciones psíquicas de los animales superiores.... En el encabezamiento de mi discurso, y a través del mismo, he empleado el término “psíquico” y, al mismo tiempo, he destacado solamente las investigaciones objetivas, dejando de lado todo lo subjetivo” (Pavlov, 1964, p. 44).

Finaliza su conferencia con las siguientes palabras: “Para el naturalista, las probabilidades de llegar a una verdad firme y duradera residen en el método y desde este punto de vista, obligatorio para él, la concepción del alma, como principio natural, no sólo no le es necesaria, sino que incluso podría llegar a ser perjudicial para su trabajo, limitando inútilmente el arrojo y la profundidad de sus análisis” (Pavlov, 1964, p. 45).



El germen de sus futuros trabajos está en tal ponencia y marca un punto de inflexión para la psicología, al ofrecerle un método científico para estudiar procesos de aprendizaje y memoria en mamíferos superiores, además de forjar una línea de investigación que hoy sigue siendo relevante para estudiar el sistema nervioso y el cerebro de diversos organismos en la escala evolutiva.

Por otro lado, la segunda conferencia relevante de Cajal se denominaba “*Consideraciones críticas sobre la teoría de A. Bethe acerca de la estructura y conexiones de las células nerviosas*”. Cajal ya era la figura emblemática de la ciencia española en aquel momento y desarrollaba una lucha teórica con el grupo de científicos europeos reticularistas, mientras él y otros importantes colegas apoyaban y defendían la *teoría neuronal* que proponía que el sistema nervioso estaba compuesto por células independientes y autónomas que se comunicaban con otras células por contigüidad y no por continuidad en una red difusa, como defendían los reticularistas.

Como matizaba el mismo Cajal (1923/1981), esta ponencia tenía más índole polémica, porque su afán era debatir las aventuradas teorías reticularistas de A. Bethe, con el fin de proponer, promover y animar la discusión sobre el importante problema de las conexiones interneuronales y la fina estructura del protoplasma nervioso, temas en ese entonces de candente actualidad. La importancia de esta ponencia es que marcó el inicio de una serie de investigaciones de Cajal, que brindarían un nuevo método de tinción y la confirmación de la teoría neuronal, además de abrir la línea de investigación de la degeneración y regeneración del sistema nervioso.

En la mesa en la que Cajal presentó *Consideraciones críticas sobre la teoría de A. Bethe acerca de la estructura y conexiones de la célula nerviosa*, también estaba Simarro, quien presentó los datos obtenidos con su nueva técnica (que más tarde modificaría Cajal), que le permitía la tinción de la red neurofibrilar, demostrando que las neurofibrillas de su interior no formarían parte de una red interneuronal continua, que defendían los reticularistas. Una característica importante del método ideado por Simarro, es que permitía el estudio de la célula en vivo, formando parte de un todo activo e individualizado. La tinción se realizaba

en vida del animal y antes de que fuera sacrificado, por ello no se le podía objetar naturaleza artificial propia del post-mortem (Campos-Bueno, 2006; Cajal, 1923/1981).

Cajal nos cuenta: “En las sesiones de demostración exhibí muchas preparaciones escogidas, concernientes a la estructura de la médula espinal, cerebro y cerebelo; preparaciones concordantes, no obstante estar teñidas por los métodos de Golgi y Ehrlich (cestas nerviosas pericelulares, colaterales y bifurcaciones nerviosas, etc.). Con ello me propuse persuadir a los congresistas del absoluta objetividad de mis interpretaciones referentes al modo de terminar las fibras nerviosas en la sustancia gris” (Cajal, 1923/1981, p. 241).

Más tarde en una nota a pie de página nos dice que en tal comunicación se exponen dos asertos críticos: “a) Que, dadas las conexiones reales y la morfología de las neuronas, las *neurofibrillas* no pueden ser estimadas, según piensan Bethe y Apathy, como la única sustancia conductriz del protoplasma nervioso. b) Que el método de Bethe, por no colorear las arborizaciones pericelulares y colaterales nerviosas, es improcedente para el estudio de las conexiones interneuronales” (Cajal, 1923/1981, p. 241).

Sus estudios compartieron algunas ideas comunes. La inspección del organismo como un todo que superaba las restricciones impuestas por la anatomía clásica. Ambos autores desarrollaron técnicas nuevas y novedosas para desarrollar sus experimentos. Pavlov desarrolló la fístula permanente que permitía medir la salivación en perros vivos y saludables. Cajal desarrolló nuevos métodos de tinción de neuronas “en vivo” a partir de la técnica creada por Simarro. Ambos descubrimientos acentuaron la importancia de la contigüidad como una característica funcional del cerebro. Finalmente, como un elemento crucial de sus teorías, estos dos investigadores trataban de encontrar una unidad elemental que permitiría un estudio objetivo de actividad mental (Campos-Bueno y Martín-Araguz, 2012). Pavlov presentó los reflejos como unidades conductuales básicas, gracias a su teoría de los reflejos condicionales (a partir de la “secreción psíquica”), mientras que Cajal estudió la célula nerviosa (“célula psíquica”) como unidad básica del sistema nervioso (Campos-Bueno, 2006).

### 3.- LA TEORÍA NEURONAL DE CAJAL.

#### 3.1.- LA TEORÍA RETICULAR.

La estructura histológica básica del sistema nervioso, la ofreció Otto Deiters en 1865, en su Monografía *Investigaciones sobre el cerebro y la medula espinal del hombre y los mamíferos*. En ella definía la constitución básica de la célula nerviosa como integrada por un cuerpo celular o soma, que contiene el núcleo, y por dos tipos de expansiones: las protoplasmáticas y las nerviosas. Las prolongaciones protoplasmáticas fueron bautizadas por Wilhelm His como dendritas, y las prolongaciones nerviosas más tarde se conocerían como axones o cilindro-ejes (López-Piñero, 1986).

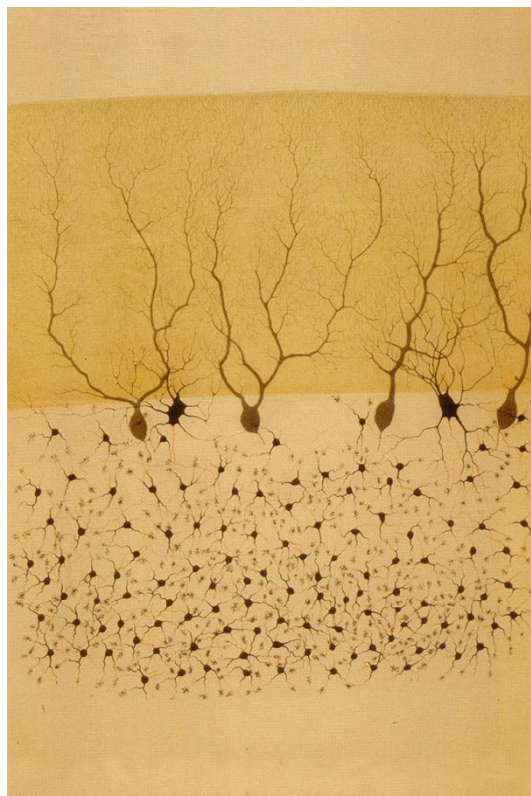
Como dice Fernández-Santarén (2006) la fisiología del sistema nervioso de la época estaba impregnada del preconcepto del *organismo cíclico*, que suponía que la naturaleza se imita a sí misma en las estructuras por ella fabricadas, y que las funciones orgánicas debían seguir un esquema circulatorio como el aparato respiratorio, digestivo, urinario o circulatorio. Con ello se suponía que el sistema nervioso debía seguir también el arquetipo de la circulación de los líquidos. Cuando dentro de esta idea se descendía a nivel celular dos teorías pugnaban por el derecho a la verdad.

Aunque desde 1841, los trabajos de Kölliker abogaban por la tesis de la independencia de las células nerviosas, la tesis que tomó más fuerza entre los diferentes investigadores de la época fue la propuesta por Joseph Gerlach en 1871, gracias a sus tinciones de cloruro de oro. Según Gerlach, la sustancia gris era una complejísima red integrada por la fusión de las dendritas de las diferentes células, en cuya formación participaban también los cilindro-ejes (López-Piñero, 1986).

Esta era la llamada teoría reticular que dominó durante varios años, gracias incluso a las modificaciones que ofreció Camilo Golgi con su método de tinción cromo-argéntica descubierto en 1873. Golgi suponía también una red difusa de extraordinaria finura. Sin embargo, gracias a las posibilidades de su tinción negra,

demostraba que las dendritas terminaban en cabos libres e independientes pero la red provenía de las ramas terminales y colaterales de los cilindro-ejes de varios tipos de células nerviosas.

La teoría reticularista era la que dominaba, pocos autores se oponían a ella. Wilhelm His, por ejemplo, desde sus investigaciones embriológicas (1886) o August Forel desde la anatomía patológica y la patología experimental (1887), abogaban por la independencia de las células nerviosas (López-Piñero, 2000). Pero eran objeciones mas teóricas que basadas en datos. Golgi respondía a ellas con observaciones concienzudas (Cajal, 1981). A pesar de ello era imposible reducir el sistema nervioso a los supuestos de la teoría celular de Virchow, manteniendo una base rigurosa y sin equívocos.



**Figura 41.- Neuronas de la corteza cerebelar del conejo (Golgi, 1882, tomada de DeFelipe y cols., 2007).**

Para Cajal el problema era que la teoría reticular o de red, a fuerza de pretender explicar todo, no explicaba absolutamente nada. Según las propias palabras de Cajal: “Afirmar que todo se comunica con todo, vale tanto como declarar la absoluta incognoscibilidad del órgano del alma”. (Cajal, 1923/1981, p. 78).

Las posibilidades que ofrecía el método cromoargéntico de Golgi, sólo era utilizado por el italiano y su escuela. Por prejuicios nacionalistas o disciplina de escuela, las grandes figuras alemanas y francesas no le habían prestado demasiada atención. Además, los pocos que lo habían aplicado encontraron grandes dificultades prácticas que les desanimaron (López-Piñero, 1986).

### 3.2.- CAJAL Y LA TEORÍA NEURONAL.

Gracias a su amigo Luis Simarro<sup>44</sup>, Cajal conoce en 1887, los trabajos y escritos de Camilo Golgi y su tinción cromo-argéntica, que tal y como la conoció era poco estable y ofrecía resultados a veces contradictorios. Se trataba de una nueva técnica para la tinción del sistema nervioso que permitía visualizar las neuronas tiñéndolas de negro (reazione nera o reacción negra). Simarro, a pesar de ser solamente tres años mayor que Cajal, era una joven figura de la histología en la España. Entre 1880-85 había estado en París, junto a Mathias Duval, Louis Antoine Ranvier, Jean Martin Charcot y Valentin Magnan (López-Piñero, 1986). Simarro le presentó a Cajal unas muy buenas preparaciones con el método cromo-argéntico, donde se teñían de modo preciso y selectivo las células nerviosas y sus prolongaciones (López-Piñero, 2000; Cajal, 1923/1981).

Cajal impresionado por la técnica se dedicó a depurarla, mejorarla y estabilizarla, para que fuera fácilmente reproducible por otros científicos. Se convierte en su primer arma técnica, sobre todo al introducir la modificación que llamó “proceder de doble impregnación”, logrando tinciones muy claras y casi

---

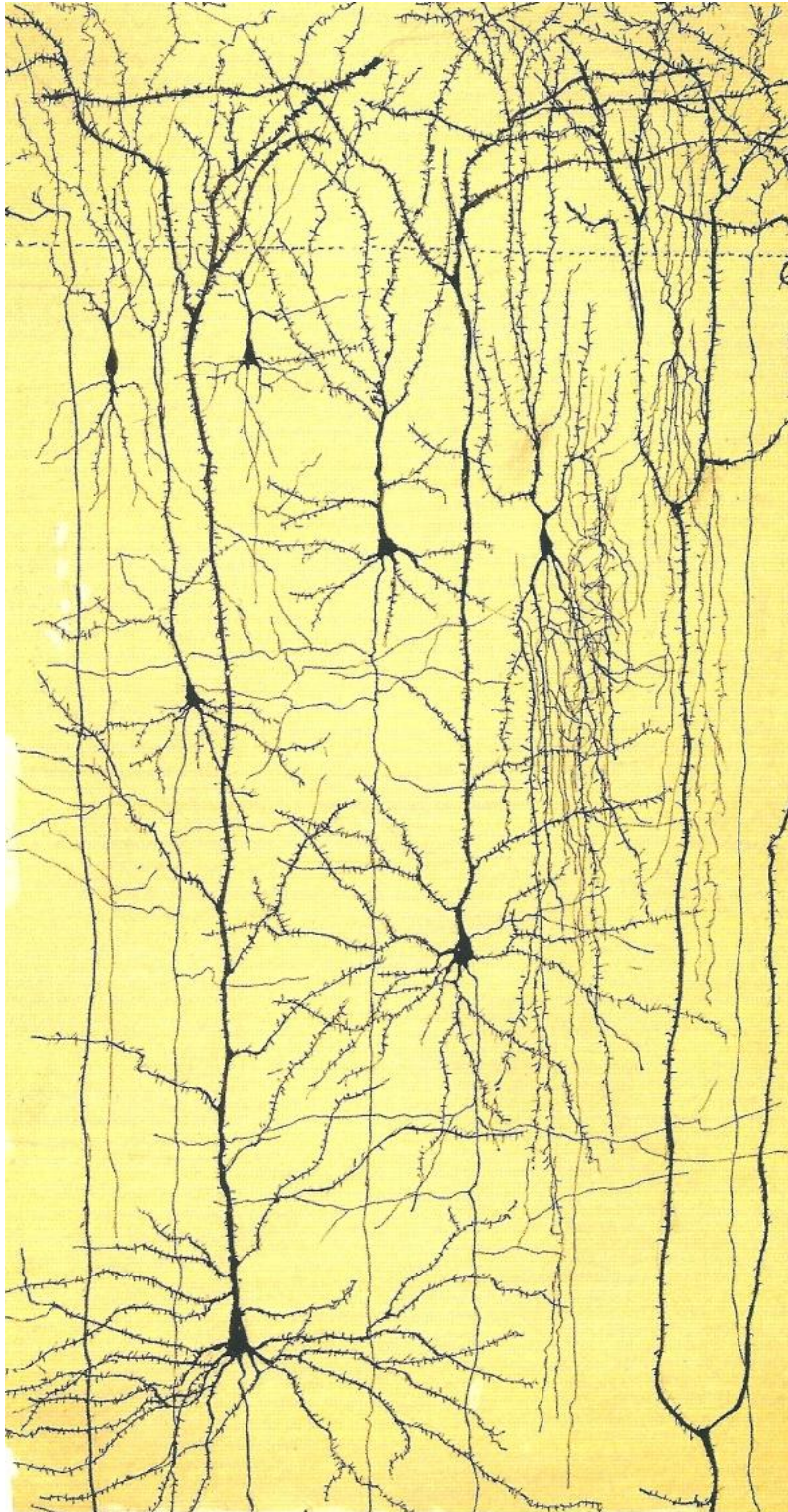
<sup>44</sup> Simarro fue fundamental en dos momentos clave del trabajo de Cajal. Primero al presentarle los trabajos de Golgi y su método de tinción en 1887 y luego al crear en 1900 la técnica de impregnación por las sales fotográficas de nitrato de plata, que luego Cajal modificó en 1903 y que desembocó en el método de nitrato de plata reducido, permitiendo estudiar el interior de la neurona.

constantes (López-Piñero, 1986). Trabajó durante 15 años en el estudio histológico del bulbo olfatorio y la retina, la médula espinal, del cerebelo, el tronco del encéfalo y del cerebro (DeFelipe, 1999, citado por Campos-Bueno, 2006).

Estudió sistemáticamente el sistema nervioso. No sólo gracias a la técnica de tinción sino también a su forma de enfrentar el problema de la complejidad del sistema nervioso. Se le ocurre afrontarlo desde el punto de vista de la anatomía comparada y el desarrollo ontogenético. Si analizaba cortes de embriones (de ave y mamífero) podía ver la evolución del sistema nervioso sin la complejidad inherente al ser adulto. Cajal aplicó esta regla sistemáticamente para comprender la compleja estructura del cerebro de animales superiores. Tales investigaciones embriológicas las realizó Cajal ajustándose estrictamente a los supuestos de la morfología darwinista y, concretamente a la ley de la biogenética de Fritz Müller y Ernst Haeckel, que afirmaba que la ontogenia o desarrollo embrionario individual es una recapitulación de la filogenia o desarrollo evolutivo de la especie (López-Piñero, 1986).

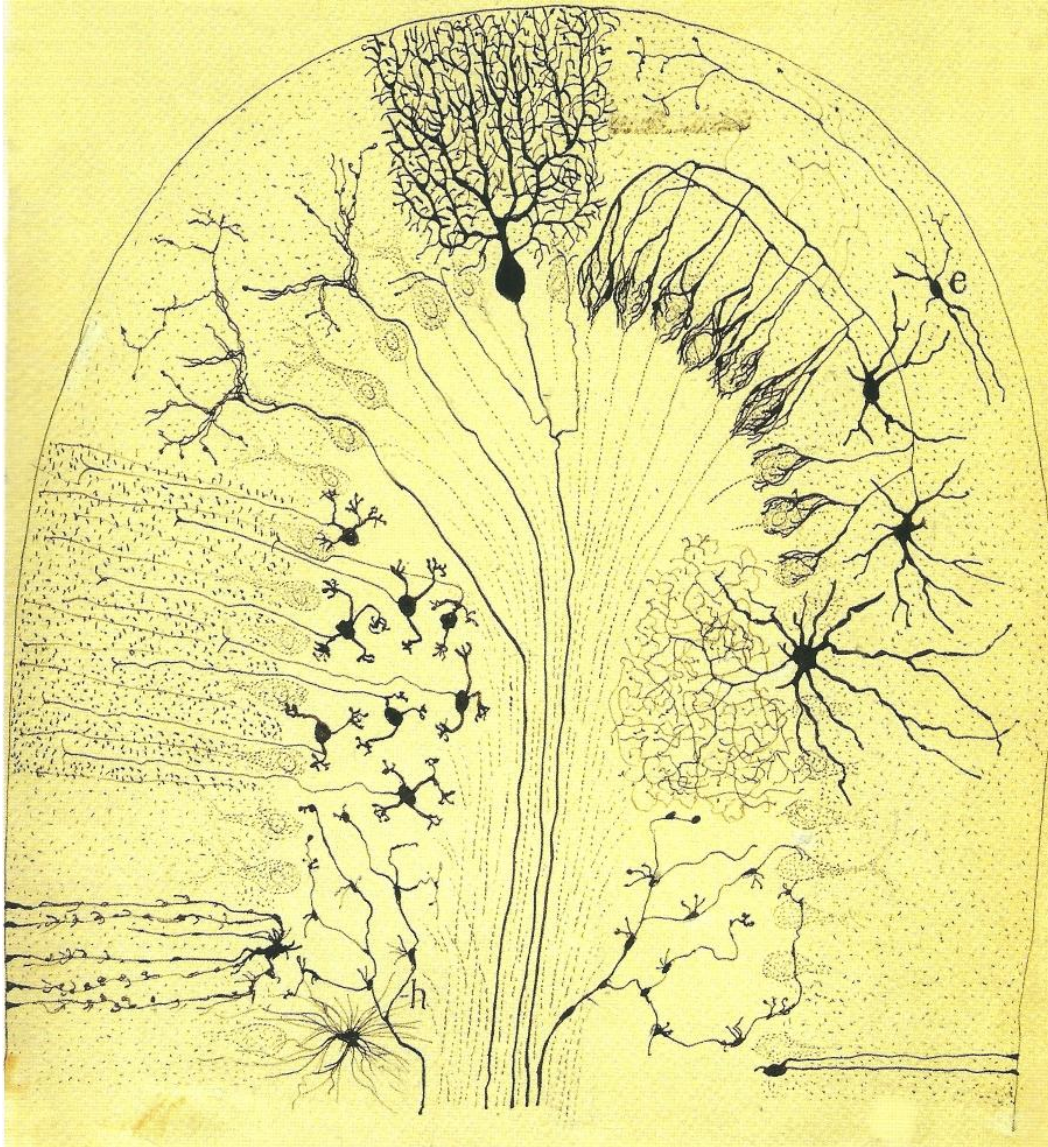
Pero sus resultados y publicaciones resultaban totalmente extraños para los sabios de Europa, que las veían con total escepticismo. Tuvo que presentar directamente sus preparaciones en el Congreso de la Sociedad Anatómica Alemana de Berlín de 1889 y llevar casi de la mano al importante sabio alemán Kölliker para que atendiera a los nuevos descubrimientos: las células nerviosas eran independientes, autónomas y no hacían parte de una difusa red, como decía la teoría reticularista. El apoyo de la gran figura de Kölliker fue el soporte que ayudó a que las ideas y estudios de Cajal se conocieran internacionalmente y fueran acogidos por diferentes sabios entre 1890 y 1891. Entre ellos se pueden destacar, los alemanes Wilhelm His, Heinrich Waldeyer, el sueco Gustav Retzius, el húngaro Mihály Lenhossék, el belga Arthur van Gehuchten y el francés Mathías Duval (López-Piñero, 1986).





**Figura 42.- Neuronas de la corteza cerebral humana (Cajal, 1889, tomada de De Felipe y cols., 2007a).**





**Figura 43.- Corteza cerebelosa (Cajal, 1904, tomada de DeFelipe y cols., 2007a).**

De sus estudios logra extrapolar, entre 1888 y 1889, algunas *leyes morfológicas* y de las conexiones de las células nerviosas:

1. Las ramificaciones colaterales o terminales de todo cilindro-eje acaban en la sustancia gris, no mediante red difusa, según defendían Gerlach y Golgi con



la mayoría de los neurólogos, sino mediante arborizaciones libres, dispuestas en variedad de formas.

2. Estas ramificaciones se aplican íntimamente al cuerpo y dendritas de las células nerviosas, estableciéndose un contacto o articulación entre el protoplasma receptor y los últimos ramúsculos axónicos. De lo anterior se desprenden dos corolarios fisiológicos:
3. Puesto que el cuerpo y dendritas de las neuronas se aplican estrechamente a las últimas raicillas de los cilindro-ejes, es preciso admitir que el soma y las expansiones protoplasmáticas participan en la cadena de conducción, contrariamente a la opinión de Golgi, para quién dichos segmentos celulares desempeñarían un papel meramente nutritivo.
4. Excluida la continuidad substancial entre célula y célula, se impone la opinión de que el impulso nervioso se trasmite por contacto, como en las articulaciones de los conductores eléctricos o por una suerte de inducción, como en los carretes de igual nombre (Cajal, 1923/1981).

En 1891 desarrolló la parte teórica del *principio de la polarización dinámica*. Aquí Cajal, objetivamente demostró la capacidad de conducción de las dendritas. “La transmisión de movimiento nervioso se produce siempre desde las ramas protoplasmáticas y cuerpo celular al axón o expansión funcional. Toda neurona posee, pues, un aparato de recepción, el soma y las prolongaciones protoplásmicas, un aparato de emisión, el axón, y un aparato de distribución, la arborización nerviosa terminal”. (Cajal, 1923/1981, p. 120). Sin embargo, tal principio no se aplicaba a todos los casos. En 1897 comprendió que el soma o cuerpo celular no participa siempre en la conducción de los impulsos. La onda aferente se propaga directamente desde las dendritas al axón.

Sin lugar a dudas, una de las fortalezas de Cajal fue el desarrollo de técnicas de tinción. Gracias a ellas logró dilucidar sin duda alguna, características de las células nerviosas, que otros autores consideraban artefactos, producto de la

tinción misma. Esto sucedió con otro de los descubrimientos de Cajal: *las espinas dendríticas*.

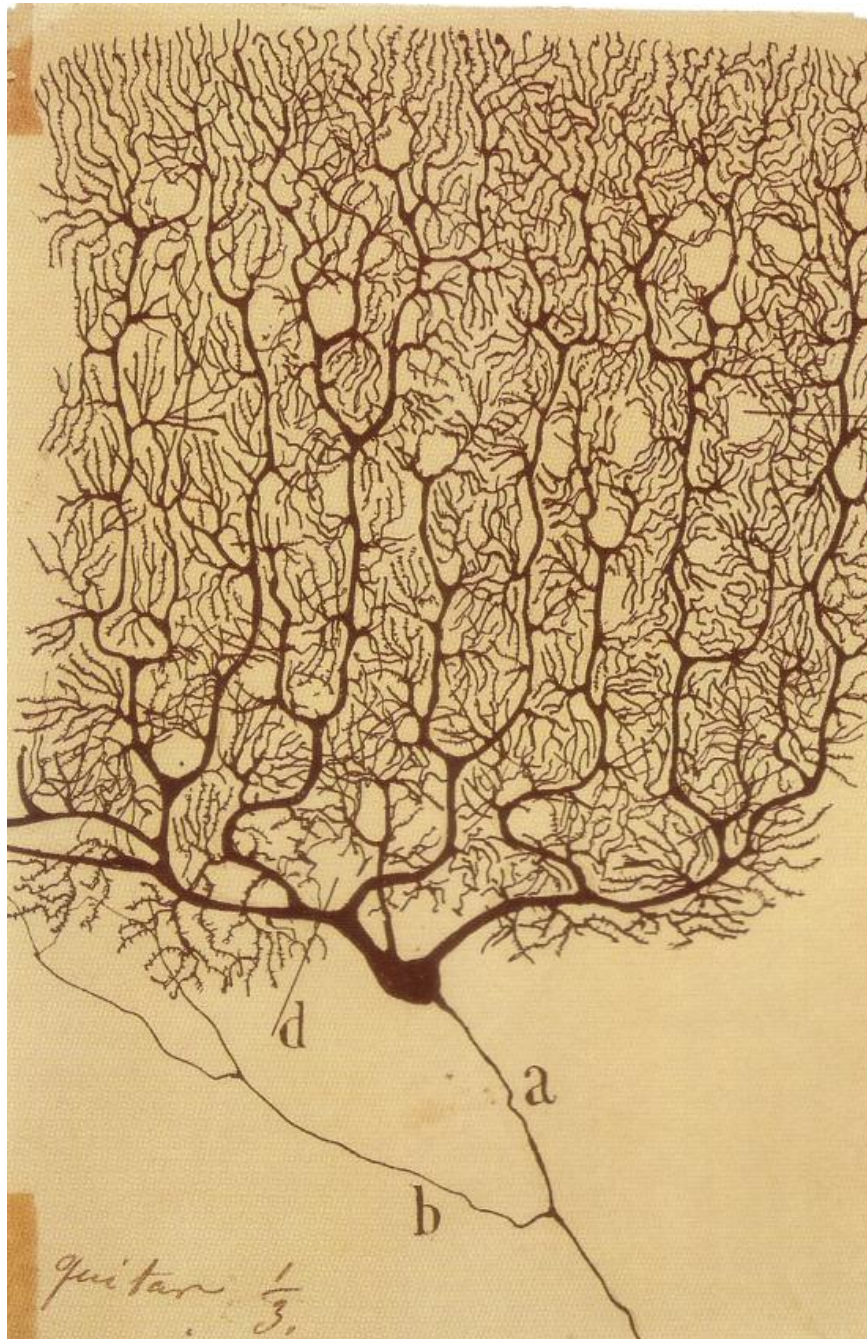
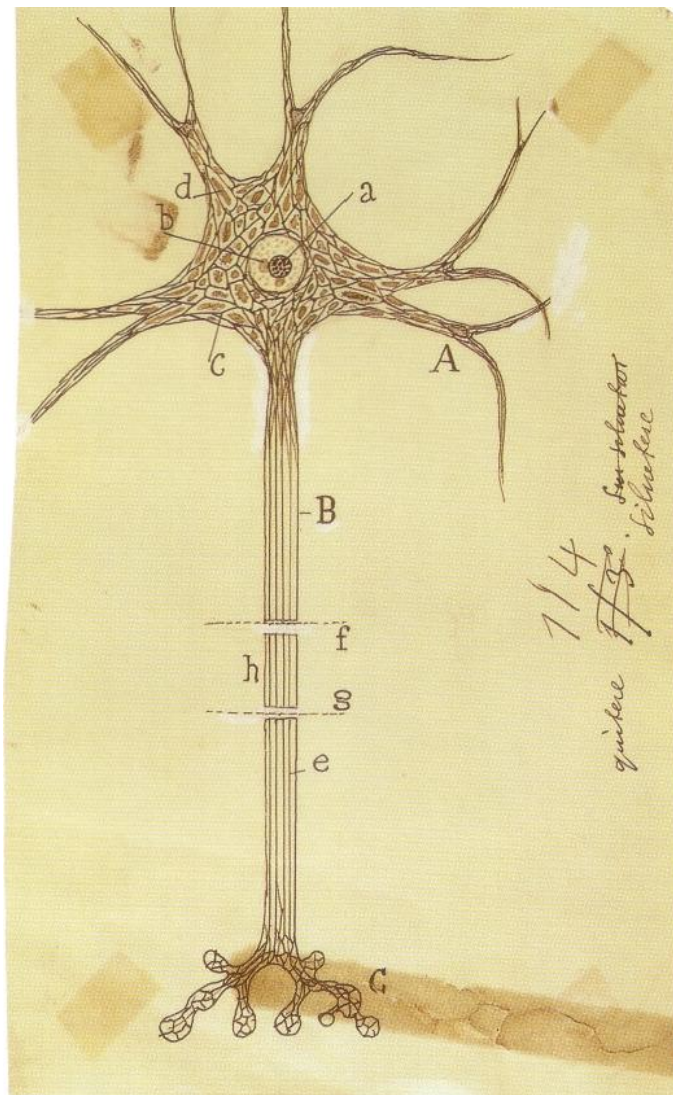


Figura 44.- Célula de Purkinje del cerebelo humano (Cajal, 1899, tomada de DeFelipe y cols., 2007a).

Cajal descubrió y bautizó a las espinas dendríticas cuando estudiaba el cerebelo de las aves a través del método de Golgi en 1888. En 1890 también las describió en la corteza cerebral y empezó a describirlas como una estructura típica que empieza delgada y acaba en forma de bulbo. Aunque muy importantes autores de la época confirmaron el hallazgo, figuras como Kölliker o Golgi, creían que eran un artefacto de la técnica cromo-argéntica, pues sólo se habían visto con ella. Cajal trabajó entonces con otras técnicas de tinción para demostrar su existencia y encontró en 1896, que con el azul de metileno también podrían ser observadas, eliminando así la duda de si eran artefactos o anatómicamente reales (DeFelipe, 2007a).

No obstante, en este punto como en el de la autonomía de las neuronas y otras hipótesis, Cajal se adelantó a su tiempo, y hubo que esperar 50 años para el desarrollo de la microscopia electrónica y poder cerrar tal capítulo del conocimiento del sistema nervioso. Ahora sabemos que el número de espinas dendríticas refleja en buena medida el número de aferencias excitadoras que recibe y su capacidad para procesar información y por lo tanto, pueden tener un papel fundamental en los procesos de aprendizaje y memoria.

Por otro lado, Cajal también aportó importantes datos para explicar la *neurogénesis*, es decir, el estudio de como se forman las vías nerviosas. Las neuronas no se conectan al azar sino que existe un patrón de conexiones que se va moldeando durante el desarrollo embrionario entre las diferentes células. En la época había dos teorías en competencia para tratar de explicar cómo crecían los nervios. La teoría Monogenista, que consideraba que la célula germinal emitía una larga prolongación desde los centros nerviosos hasta la periferia, terminando libremente. En su contra la teoría Poligenista, negaba el crecimiento libre y consideraba que el nervio resultaba de la asociación en cadena de multitud de células (Fernández-Santarén, 2006).



**Figura 45.- Célula nerviosa Motora (Cajal, 1913, tomada de DeFelipe y cols., 2007a).**

Cajal con audacia decide estudiar la neurogénesis en embriones de ave y mamífero, observando la evolución de la célula nerviosa paso a paso y confirmando el crecimiento del cabo de axón o “cono de crecimiento” que mantenía la teoría Monogenista, gracias el método de tinción de Golgi de plata reducida.

Para explicar hacia donde se desplaza el cono de crecimiento, Cajal postuló la “Teoría Neurotrófica”, según la cual los conos de crecimiento se orientarían hacia su ubicación exacta atraídos por sustancias específicas. Cajal considera a los factores tróficos como agentes catalíticos para los que las neuronas deben tener

receptores específicos y que estimulan el crecimiento y ramificación del protoplasma nervioso. Un concepto absolutamente revolucionario para el año de 1892 (Fernández-Santarén, 2006; Cajal, 1923/1981).

No debemos olvidar también la visión clave de Cajal, que dio prioridad a los estudios comparativos a nivel ontogénico y filogenético. Por ejemplo, para el estudio de los ojos, Cajal logró explicar de forma satisfactoria la percepción de una sola imagen de los objetos situados en el campo de visión común a los dos ojos. Utilizando el método de azul de metileno añadió numerosos datos sobre la estructura de las *vías ópticas*, así como de los centros corticales respectivos, en todos los grupos de vertebrados. Luego emprendió la tarea de entender la visión de los vertebrados en que no hay campo de visión común y sin embargo, hay congruencia de las imágenes parciales formadas por los dos ojos en la visión panorámica, como sucede en peces, anfibios, etc. Finalmente abordó la visión de los cefalópodos, donde también descifró el plan estructural de sus ojos (Fernández-Santarén, 2006).

Esta forma tan exhaustiva de abordar el estudio del sistema nervioso le valió para reunir un caudal copioso de datos que empezó a recoger para su obra cumbre: *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*, que escribió entre 1899 y 1904. Esta colosal obra es muy importante, no sólo porque estudia todas las regiones importantes del sistema nervioso de los vertebrados, sino porque, como resalta Fernández-Santarén (2006), no es una simple colección de descripciones morfológicas, sino que trata de afrontar la fisiología de los órganos que estudia e intenta plantear el problema en términos de ontogenia y filogenia.

Como dice DeFelipe (2006) Cajal es muy popular por las vivacidad de sus discusiones en apoyo de la teoría neuronal y por ser el científico que más datos aportó para su demostración. *La teoría neuronal* representa los principios fundamentales de la organización y función del sistema nervioso, estableciendo que las neuronas son las unidades anatómicas, fisiológicas, genéticas y metabólicas del sistema nervioso.

No obstante las múltiples pruebas que aportó Cajal, la lucha con los postulados reticularistas no terminó. De hecho Cajal un año antes de morir, en 1933, escribía su artículo *¿Neuronismo o reticularismo? Las pruebas objetivas de la unidad anatómica de las células nerviosas*. En él resumía sus principales aportaciones sobre el tema.

La guerra contra el reticularismo y sus diferentes variaciones pareció una constante en la vida de Cajal. De hecho en 1901 vuelven los ataques a la teoría neuronal, esta vez de la mano de Albrecht Bethe, quién comenzó a publicar una serie de artículos experimentales sobre la regeneración de los nervios, en donde afirmaba que los axones se regeneraban a partir de la anastomosis de múltiples células. Esta teoría se conocía como de la discontinuidad o poligenista (DeFelipe, 2006; 2007).

La teoría contraria, la monogenista o de continuidad, proponía que las fibras neoformadas del cabo periférico representan simplemente el crecimiento de los axones del cabo central, gracias a su continuidad con la neurona de origen o centro trófico (DeFelipe, 2007a). Cajal estaba decidido a defender su teoría y lo demuestra en una de las conferencias que ofreció en Madrid en 1903. Como ya apuntamos antes, ese mismo año, Cajal desarrolló una nueva técnica, el método de nitrato de plata reducido, basándose en el método ideado por Simarro para estudiar la estructura neurofibrilar del citoplasma de las neuronas.

Con esta nueva técnica Cajal desarrolló una nueva línea de investigación que le permitió corroborar nuevamente la teoría neuronal. Nos referimos al estudio de la degeneración y regeneración del sistema nervioso, que finalmente le permitiría publicar en 1913 el libro *Estudios sobre la degeneración y regeneración del sistema nervioso*. Con sus estudios Cajal demostró que las fibras neoformadas que aparecen en el cabo periférico de un nervio seccionado se originaban por la proliferación de los axones del cabo central. Esto sucedía siempre en el sistema nervioso periférico, mientras que en el sistema nervioso central la regeneración no



se efectuaba<sup>45</sup>. Cajal determina que las conclusiones erróneas de sus oponentes provenían de la utilización de métodos de impregnación poco apropiados (DeFelipe, 2007a).

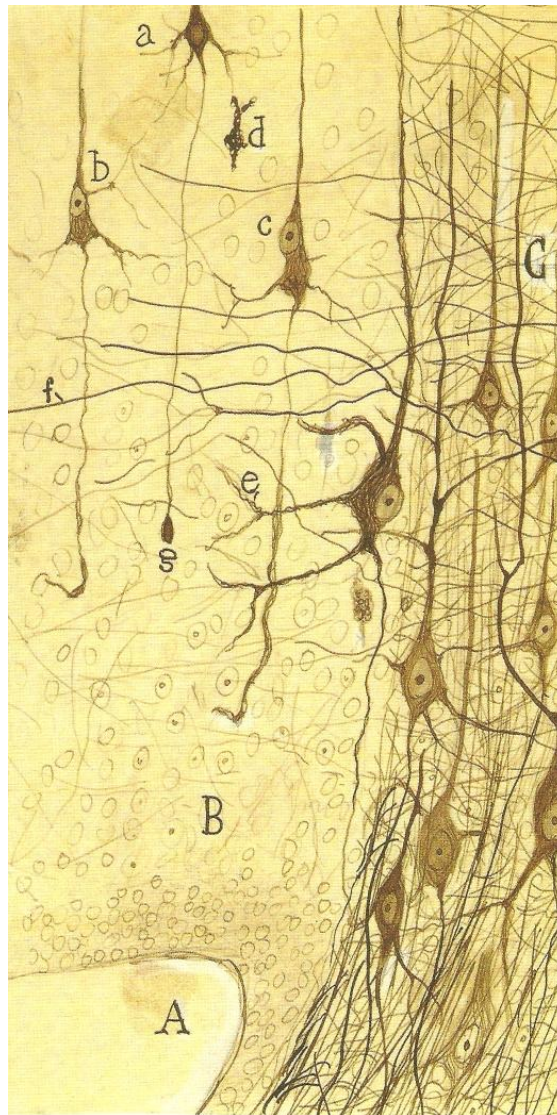
Cajal observó que la regeneración axonal no ocurría de una forma natural en el sistema nervioso central, a diferencia de lo que sucede en el sistema nervioso periférico. Cajal propuso que esto se debía a las células de Schwann, presentes en el sistema nervioso periférico pero ausentes en el central y además fue el precursor del uso terapéutico de trasplantes de estas células para promover la regeneración axonal central (Fernández-Santarén, 2006).

Otros importantes aportaciones de Cajal tienen que ver con el estudio de los invertebrados y sus excelentes resultados con el método del nitrato de plata reducido, sobresaliendo su estudio sobre la compleja estructura de los ojos compuestos de los insectos. También hizo aportes en biología celular. Observó que el citoesqueleto neuronal era una estructura dinámica que cambiaba dependiendo del estado funcional de la célula. También estudio el núcleo celular e hizo detalladas descripciones. Estructuras que sólo han podido redescubrirse con el uso del microscopio electrónico (Fernández-Santarén, 2006).

Cajal también anticipó la importancia de los circuitos con células de axón corto que describió en centros como el cuerpo estriado, el cerebelo, el tálamo, etc. Para él estaban relacionados con respuestas o reacciones tardías a los estímulos exteriores, como los procesos de memoria e ideación. Como dice Fernández-Santarén (2006), ya en 1901 Cajal relacionaba los circuitos neuronales como depositarios de la memoria. También planteó la hipótesis de que el aprendizaje está basado en el establecimiento de nuevas vías, gracias a la ramificación y crecimiento de las arborizaciones dendríticas y axónicas. Gracias al ejercicio mental, el cerebro de un hombre cultivado tendría muchas más conexiones interneuronales que las de un hombre inculto.

---

<sup>45</sup> No obstante, los mismos estudios de Cajal, permitieron ver que ante la degeneración traumática en la corteza cerebral del gato, las células de axón largo se convertían en células de axón corto con ramificaciones axónicas colaterales, y aunque la fibra de proyección no se reparaba, la señal se transmitía por un nuevo circuito a otras neuronas, lo que podría explicar la recuperación funcional tras un trauma (DeFelipe, 2007a).



**Figura 46.- Degeneración traumática de la corteza cerebral (Cajal, 1914, tomada de DeFelipe y cols., 2007a).**

Esto nos lleva directamente al concepto de *plasticidad*. Al parecer Cajal utilizó este vocablo en un resumen titulado *Consideraciones generales sobre la morfología de la célula nerviosa*, publicado en las actas del Congreso Internacional Médico de Roma en 1894, donde utiliza las palabras “dinamismo”, “fuerza de diferenciación interna”, “adaptaciones (de las neuronas) a las condiciones del medio ambiente” y “plasticidad” y como asegura DeFelipe (2007a) es probable que el término se hiciera popular después de que él lo utilizará.

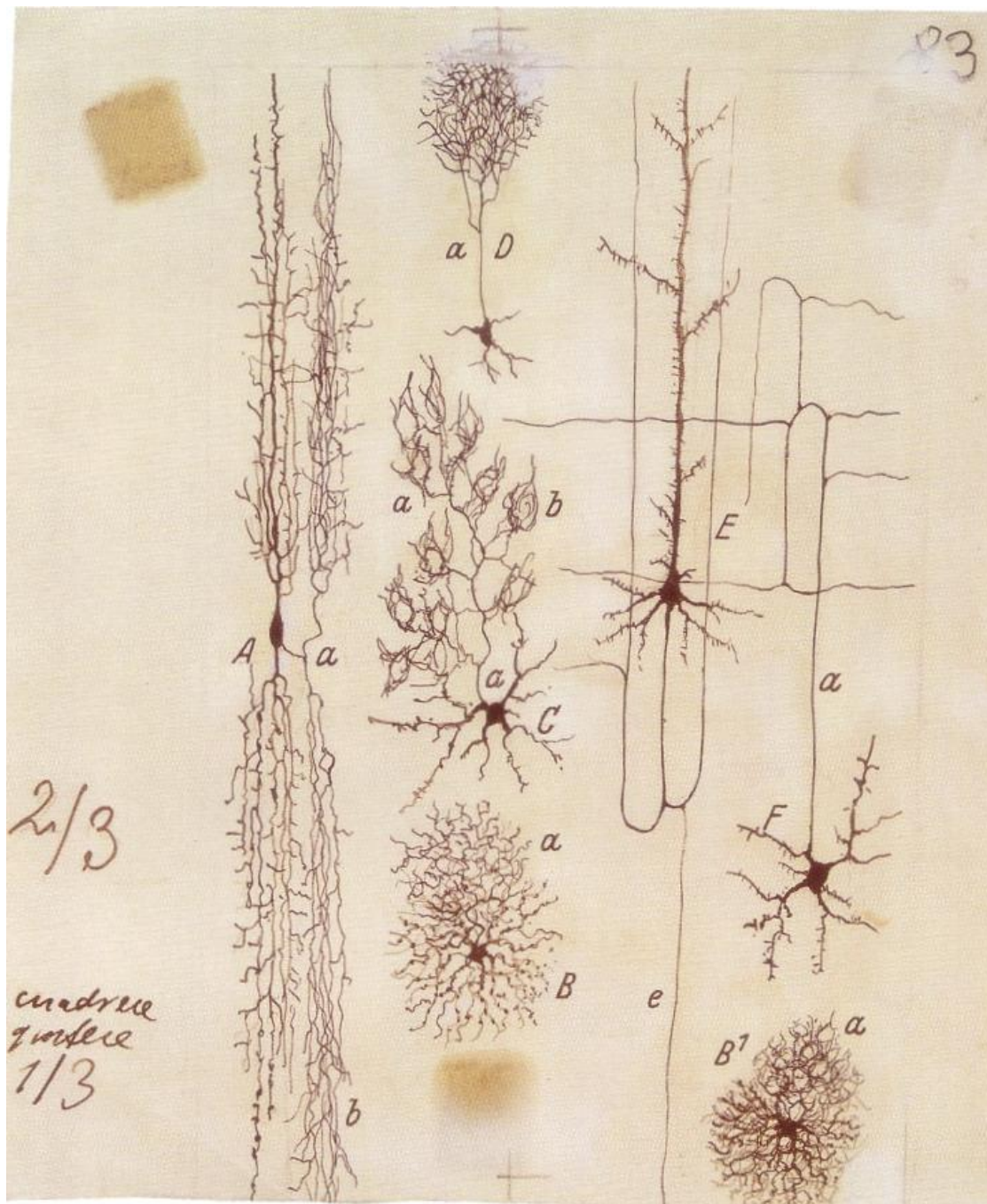


En este resumen dice Cajal: “La corteza cerebral ha conservado su plasticidad de crecimiento, su fuerza de diferenciación interna para acomodarse a las crecientes, y de cada día más complicadas necesidades de la lucha por la vida...” (Cajal, 1894c, citado por DeFelipe, 2007a).

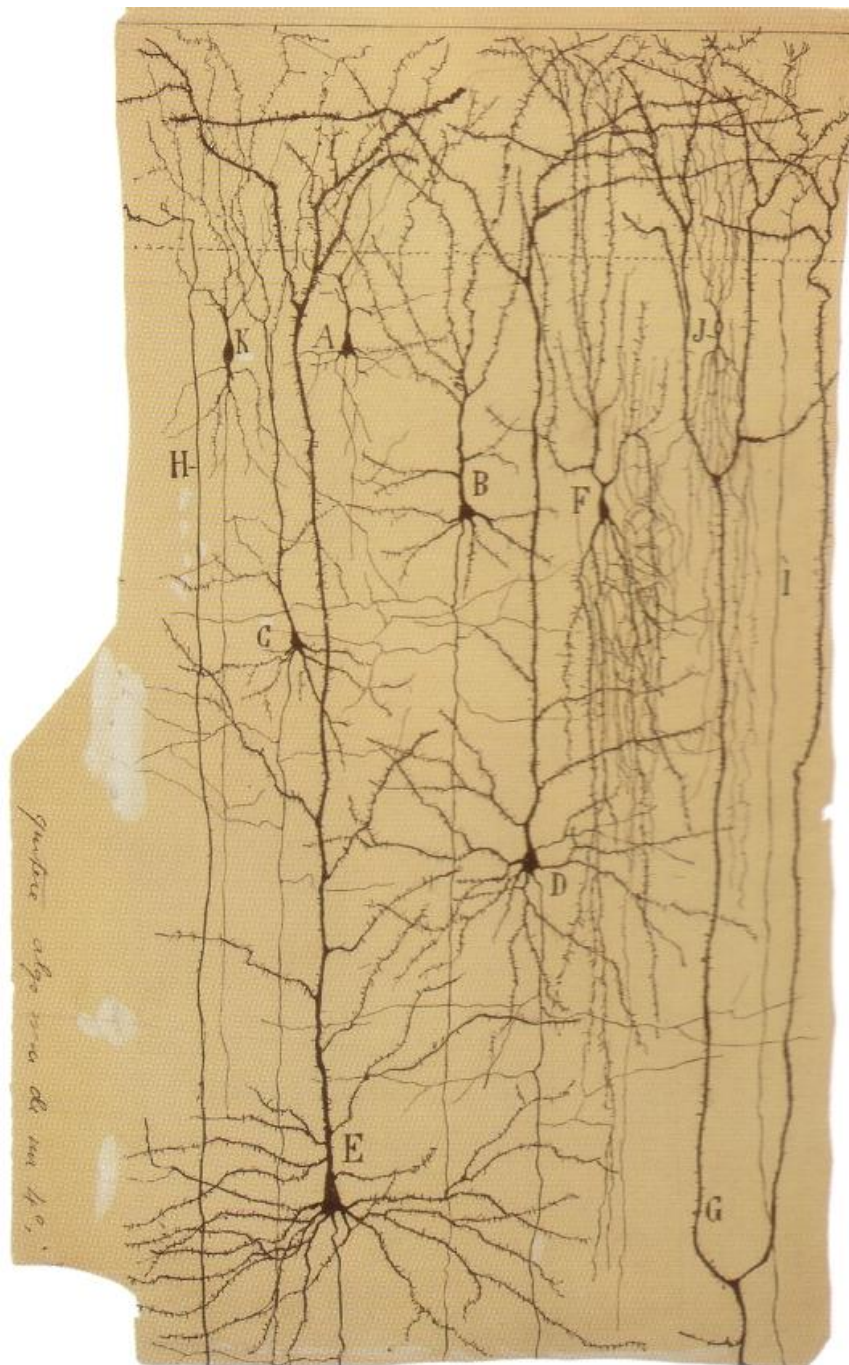
La plasticidad en el sistema nervioso no tiene una definición unánimemente aceptada por la comunidad científica actual. Para algunos, la plasticidad neuronal se refiere a procesos relacionados con el aprendizaje y la memoria. Para otros, implica la naturaleza cambiante o dinámica del sistema nervioso y tiene que ver con cualquier modificación más o menos duradera que ocurra en el sistema nervioso como consecuencia de un cambio en el ambiente interno o externo (DeFelipe, 2006 y 2007a).

Cajal en 1892 expuso su hipótesis sobre la gimnasia cerebral, como mecanismo para multiplicar conexiones y mejorar la capacidad cerebral. Cajal desarrolló esta idea basándose en sus observación sobre el incremento de la complejidad de las prolongaciones de las células piramidales (células psíquicas o como poéticamente llamo “mariposas del alma”) a lo largo del desarrollo ontogénico y de la escala filogenética. Para Cajal la gimnasia cerebral llevaría al desenvolvimiento de nuevas expansiones corticales, lo que permitiría establecer nuevas y más extensas conexiones interneuronales (DeFelipe, 2007a; 2008).

Según Cajal, la hipótesis de la gimnasia cerebral era posible obviamente desde su certeza en la teoría neuronal que aseguraba la existencia de terminaciones libres de las prolongaciones nerviosas. La teoría reticular planteaba un sistema nervioso rígido e inmutable, un cerebro poco maleable, poco susceptible a la perfección, donde la gimnasia cerebral tendría poco sentido.



**Figura 47.- Diversos tipos de neurona de axón corto de cerebro del niño (Cajal, 1934, tomada de DeFelipe y cols., 2007a).**



**Figura 48.- Primera, segunda y tercera capa de la circunvolución frontal ascendente del niño (Cajal, 1899, tomada de DeFelipe y cols., 2007a).**

Según Cajal (1894c, citado por DeFelipe, 2007a) la dinámica cerebral depende de dos factores. Por un lado, la herencia por la cual recibimos cierto número de neuronas con cierta propensión a asociarse. Por otro lado, la influencia

del medio que debilita o refuerza ciertos puntos de asociación heredados y que establecen conexiones enteramente nuevas (mediante el crecimiento progresivo y ramificación de los árboles dendríticos y axónicos) mejorándose la organización neuronal.

En su libro *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados* (1904/2007) Cajal expone siete argumentos en apoyo a su hipótesis de la plasticidad:

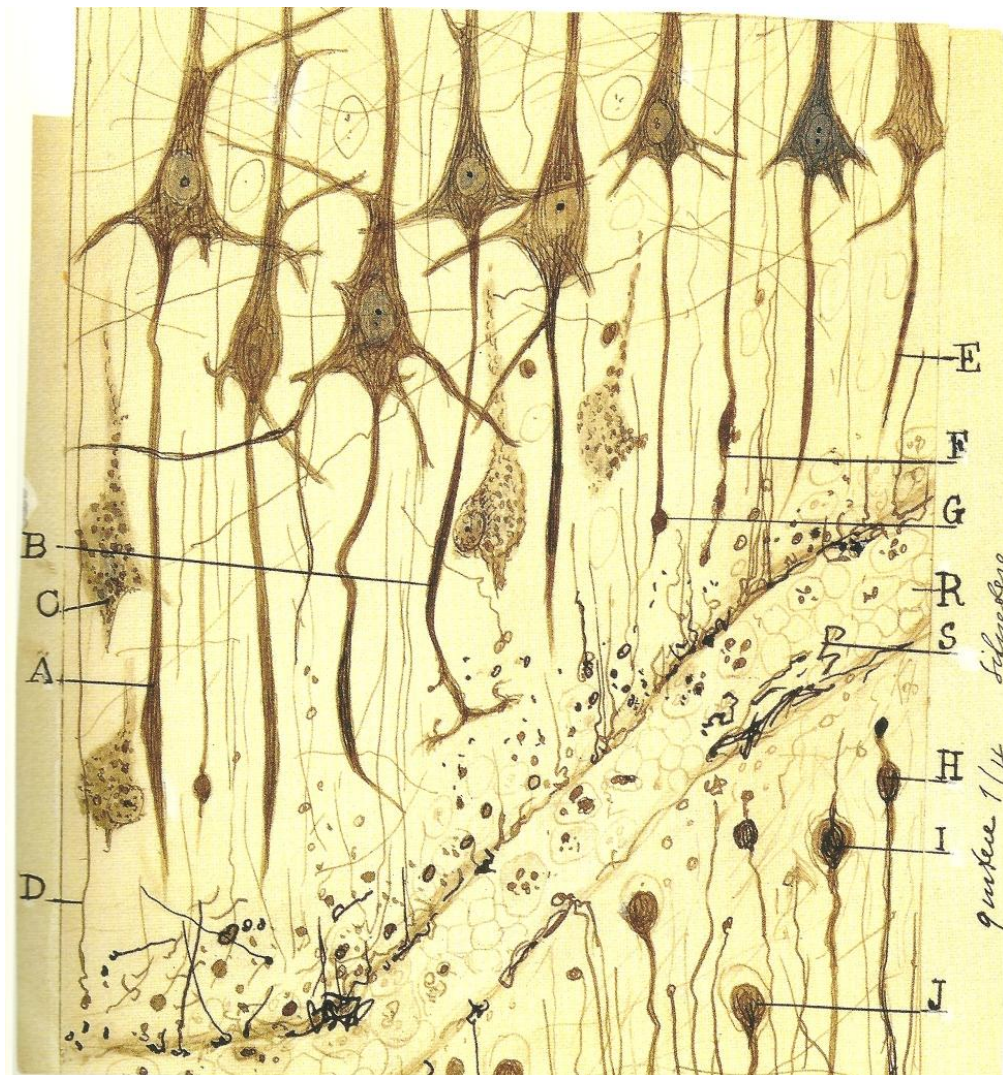
1. Durante el desarrollo embrionario, las dendritas y ramificaciones nerviosas se extienden y ramifican progresivamente, poniéndose en contacto con un número cada vez mayor de neuronas.
2. Es un hecho también que el ajuste definitivo de estas relaciones no se verifica sino después de algunos tanteos, advirtiéndose que antes de que las expansiones lleguen a su destino y creen articulaciones estables, desaparecen numerosas ramas accesorias, especie de asociaciones de ensayo cuya existencia prueba la gran movilidad inicial de las arborizaciones celulares.
3. En algunos casos las expansiones [neuronales] se extravían contrayendo conexiones anormales.
4. En este movimiento de crecimiento de las expansiones se continúa después del nacimiento, existiendo una gran diferencia en punto a longitud y caudal de ramificaciones neuronales secundarias y terciarias, entre el niño recién nacido y el hombre adulto.
5. Es también verosímil que semejante desarrollo se perfeccione en ciertos centros a impulsos del ejercicio y, al contrario, se suspenda y aminore en las esferas cerebrales no cultivadas.

6. Prueban las experiencias de sección de los nervios que los axones periféricos, tanto sensitivos como motores, son susceptibles de crecer y arborizarse, restaurando sus conexiones con la piel y músculos y organizándose de un modo algo distinto.
7. La patología nerviosa conoce infinitos casos de restauración funcional tras graves lesiones de centros corticales diferenciados (restablecimiento de la articulación de la palabra en la afasia motriz [...], etc.). Esta vuelta a la normalidad cuando las fibras nerviosas se han desorganizado, sólo se comprende bien admitiendo que el cerebro, como en los nervios periféricos seccionados, el cabo sano del axón es susceptible de crecer y de emitir colaterales nuevas, las cuales, corriendo a través de las partes enfermas, restablecen la articulación con las neuronas desasociadas. Cuando estas han sido destruidas, las ramas neoformadas saldrían al encuentro de otras células nerviosas, a quienes imprimirían nuevo carácter funcional (Cajal, 1904/2007).

Como ya lo hemos dicho, lo asombroso de numerosos aportes que hizo Cajal es que no se quedaron en meras descripciones estáticas de la morfología del sistema nervioso, sino que se atrevió a postular cómo funcionaba el sistema nervioso. Es decir, parafraseando a DeFelipe (2007a) fue capaz de intuir e interpretar cambios y movimiento a través imágenes estáticas microscópicas, como quién ve una película de cine a través de sus fotogramas estáticos.

Para finalizar, quisiéramos retomar las palabras de Sotelo: “Cajal logra, unificar los tejidos del organismo, y prueba que el cerebro está formado como el resto del cuerpo por unidades independientes llamadas células. Sus estudios sobre la organización arquitectónica del cerebro y sus previsiones proféticas sobre su función, sus leyes de la polarización dinámica, han constituido la base de la neuroanatomía, neurofisiología, neuropatología y de lo que Cajal llamó la “psicología racional”. Sobre esta base se apoyan aún todas las ramas, de las moleculares a las conductuales, que forman las neurociencias” (Sotelo, 2008, p. 201).





**Figura 49.- Degeneración traumática de la corteza cerebral (Cajal, 1911, tomada de DeFelipe y cols., 2007a).**

O las palabras que escribía su discípulo J. F. Tello, en el prólogo de la undécima edición de los *Elementos de Histología Normal y de Técnica Micrográfica*: “la contribución de Cajal en la Histología es de enorme importancia; se puede decir que no hay capítulo de esta ciencia en cuyo esclarecimiento no haya intervenido en gran medida. Pero en la histología del sistema nervioso su aportación fue decisiva, habiendo revolucionado, en 1888, las ideas corrientes sobre su constitución, y recogido, en cincuenta años la labor infatigable y genial, una enorme masa de descubrimientos, muchos de ellos reunidos en dos grandes tomos de su obra *Histología del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*; no pocos

esparcidos en tres centenares de monografías originales publicadas en revistas nacionales y extranjeras, especialmente en cinco tomos de la *Revista Trimestral Micrográfica* y en los treinta primeros de los *Trabajos de Laboratorio de Investigaciones Biológicas*" (Durfort, 2006, p. 144).

#### **4.- PAVLOV Y LOS REFLEJOS CONDICIONALES.**

##### **4.1.- EL ORIGEN: DE LA "SECRECIÓN PSÍQUICA" A LOS REFLEJOS CONDICIONALES.**

Para Pavlov el descubrimiento de los reflejos condicionales<sup>46</sup> fue muy importante en su vida académica y científica, dedicó 35 años de su vida (desde 1901 hasta 1936) al estudio de las funciones de la corteza cerebral por el método de los reflejos condicionales.

El punto fundamental de la enseñanza de Pavlov era que toda la actividad nerviosa de un animal tan sumamente organizado como un perro, incluyendo su "actividad psíquica", estaba basada en la acción refleja. Así, aún el comportamiento más complicado de un perro no era nada más que una respuesta —efectuada por el sistema nervioso— del animal a ciertos estímulos que actuaban sobre él, tanto dentro como fuera de su cuerpo (Babkin, 1949).

Pero su descubrimiento, el punto de inflexión que le llevó a enfrentar el estudio científico de la llamada *secreción psíquica*, ha sido contado y transmitido por Pavlov y sus discípulos de una forma, llamémosla "oficial", sin embargo, nuevos estudios demuestran que la historia no fue como nos la contaron.

Es necesario empezar por recordar la "historia oficial". Dentro del laboratorio de Pavlov y alrededor de los experimentos del aparato digestivo de los perros

---

<sup>46</sup> En este texto utilizamos la traducción más adecuada del ruso que es "reflejos condicionales", aunque la traducción en español que más se ha utilizado es "reflejos condicionados". El término reflejo condicionado aparecerá en este trabajo cuando estemos reseñando literalmente algún texto en español que lo utiliza, de lo contrario trataremos siempre de utilizar reflejo condicional.

surgió un nuevo hecho, del cual todos se percataron, los perros no sólo secretaban jugo gástrico cuando la comida estaba en la boca, sino también cuando veían la comida e incluso cuando veían al cuidador que les proporcionaba el alimento. Se le denominó “secreción psíquica”, pues se pensaba que dependía del estado psicológico del perro ante la espera de la comida (Fernández, 2006).

Dos discípulos de Pavlov empezaron a interesarse por el tema: primero fue Wolfsohn y luego Snarski, quienes consideraban que había procesos mentales en el animal. Wolfsohn empezó los estudios de los reflejos psíquicos en 1897, comprobando que la composición de la saliva que obtenía del perro variaba según el estímulo que introducía en la boca del animal, de modo que una comida seca producía una saliva muy acuosa, y otros alimentos producían una saliva rica en moco, adaptándose al tipo de alimento. También comprobó como la respuesta salival podía variar tan solo con la estimulación visual. Al ver arena, el perro al que previamente se le había dado arena, producía el mismo tipo de saliva que la que producía cuando se ponía la arena en su boca.

Snarski fue más allá, pues consiguió la secreción psíquica con estímulos arbitrarios o artificiales, así al teñir un ácido de negro y dárselo al perro, podía lograr que posteriormente ante la presencia de agua teñida de negro el perro produjera una abundante saliva, como la que producía para defenderse del ácido. Para Snarski la explicación era subjetiva, centrada en los deseos, sentimientos y pensamientos del perro (Fernández, 2006). Pero para Pavlov eran “absurdos e inútiles” los intentos de penetrar en el mundo interior de los animales y tratar de adivinar sus deseos, sensaciones y gustos (Asratian, 1949). Snarski fue autorizado a presentar su tesis, pero no logró llegar a un acuerdo con Pavlov, quien prefirió permanecer como un fisiólogo puro, observador y objetivo, alejándose de la postura psicológica. No obstante, la cuestión no se limitó a la tranquila renuncia de Pavlov de la psicología como ciencia, sino que surgió en él un sentimiento de hostilidad irreconciliable hacia esa injustificada “aliada de la fisiología”.

Según las diferentes biografías de Pavlov, hechas por sus discípulos: Babkin (1949), Asratian (1949) y Frolov (1976), la historia es básicamente la misma y está basada en la narración de los hechos que hizo el mismo Pavlov en su introducción



a *“Veinte años de experiencia en el campo de la actividad nerviosa superior”* y dice así: “Comencé a estudiar el problema de la excitación psíquica de las glándulas salivales con la colaboración de mis colegas los doctores S. Wolfsohn y A. Snarski. Mientras que Wolfsohn había obtenido nuevos datos que conferían gran importancia al tema estudiado y se relacionaban con los detalles de la excitación psíquica de las glándulas salivales, Snarski, por el contrario había emprendido el análisis del mecanismo interior de esta excitación partiendo de posiciones subjetivas, es decir, teniendo en cuenta la imaginada vida interior del perro por analogía con la nuestra (habíamos realizado los experimentos con perros), así como sus pensamientos, sensaciones y deseos. Esto originó un episodio único en los anales de nuestro laboratorio. Empezamos a opinar de muy distinta manera sobre la explicación de esta vida interior y, a pesar de nuestros esfuerzos, nos fue imposible llegar a un compromiso o a cualquier conclusión común, contrariamente a la costumbre de nuestro laboratorio, donde por lo general, las contradicciones y discusiones encontraban siempre una solución con nuevos experimentos emprendidos de común acuerdo. El doctor Snarski se mantuvo en su punto de vista subjetivista. Por lo que respecta a mí, sorprendido por el carácter fantástico y por la inutilidad científica de tal actitud ante el problema a resolver, comencé a buscar otra salida a esta difícil situación” (Pavlov, 1923/1993, p. 103-104).

Esto le llevó a oponerse a la interpretación psicológica del tema y a enfrentar la investigación de forma puramente objetiva, como Pavlov mismo decía “Elegimos mantener en nuestros experimentos una posición puramente objetiva con respecto a los llamados fenómenos psíquicos y sobre todo intentamos disciplinar nuestros pensamientos y nuestro lenguaje para no identificarnos con el estado imaginario mental de los animales y limitar nuestra tarea a la observación exacta y a la descripción de los efectos de los objetos a distancia sobre la secreción de las glándulas salivales” (Fernández, 2006, p.53).

La decisión fue tomada pero no sin ciertas resistencias, tanto dentro del propio laboratorio como dentro de las fuerzas de opinión pública e institucional, e incluso dentro de sí mismo, Pavlov vivió una batalla interior. Finalmente, Snarski abandonará el laboratorio y con ello se replanteará la investigación según esa visión objetiva.



**Figura 50.- Pavlov en su laboratorio junto a uno de los perros de experimentación.**

Pavlov, nuevamente se refiere a este episodio en una conferencia que dio en homenaje a Thomas Huxley en Londres en 1906, titulada: *“Progresos recientes de las ciencias en relación con la Medicina y la cirugía”*. En ella se referirá a un joven médico –presumiblemente Snarski- que conociendo los métodos de investigación científica no pudo seguir adelante en el estudio de la psiquis con un procedimiento objetivo: “Entre mis colaboradores sobresalía un joven doctor: su viva inteligencia era apta para comprender las alegrías y el triunfo de la idea perseguida. Mi asombro fue grande cuando este fiel colega manifestó su sincero y profundo descontento al conocer nuestra intención de estudiar la actividad psíquica del perro en el mismo laboratorio y con los mismos medios empleados hasta entonces para resolver diversas cuestiones de fisiología. No le convencieron ninguno de nuestros argumentos y nos predijo y deseó un fracaso rotundo. Todo ello porque consideraba no sólo ineficaz, sino verdaderamente sacrílego, la aplicación de burdos métodos de laboratorio de fisiología al mundo psíquico de los animales superiores y del hombre, mundo que, para él, se distinguía por su elevado carácter” (Pavlov, 1923/1993, p. 59).

Para Pavlov fue sorprendente que Snarski rechazara todos los argumentos que le expuso cuando le presentó los planes de investigación de la vida psíquica

utilizando los mismos métodos objetivos que habían utilizado en el estudio de problemas fisiológicos (Fernández, 2006, p. 53-54).

Entre los años 1894 y 1897 Pavlov desarrolló la concepción del sistema digestivo como una “fábrica química muy compleja”. En los estudios de las glándulas gástricas y pancreáticas la caprichosa psique jugó un papel central, pero sólo hasta los años 1897-1904 se desarrolló una importante transformación en el laboratorio de Pavlov y el estudio, hasta entonces menor (como línea de investigación) de las glándulas salivales, propició una nueva y reveladora era en el laboratorio.

En el período de investigación sobre las glándulas gástricas y pancreáticas, el laboratorio funcionaba como un sistema cerrado, con un jefe, que con seguridad y autoridad, presidía la interpretación de los experimentos conducidos por sus practicantes. Sin embargo, en la investigación sobre las glándulas salivales, el laboratorio, como sistema, tuvo que abrirse y exponerse a perspectivas exteriores aportadas por dos practicantes clave, con experiencia en la psicología y la psiquiatría contemporánea, para tratar de explorar y entender la “mente de las glándulas”.

Gracias a la investigación de Todes (2002), que se basa en las disertaciones doctorales de los dos practicantes sobre sus estudios de la secreción psíquica en los perros, lograremos dilucidar una historia totalmente diferente de la relatada por el mismo Pavlov y que conocemos como la “historia oficial”.

Para Todes, el importante papel que jugaron dos disciplinas -la psicología y la psiquiatría- en el nacimiento de los reflejos condicionales ha sido oscurecido por la historia, debido al relato que Pavlov hizo sobre este episodio, un “cuento” que ha sido repetido de forma nada crítica por discípulos y comentaristas posteriores.

El primero de estos practicantes es Anton Snarski, quién llega en 1900 al laboratorio de Pavlov. Snarski era médico, había estado en la campaña de la epidemia de cólera de 1892-93 y había servido como médico militar. En 1896

trabajó en San Petersburgo en la clínica de Bechterev para enfermos mentales. Después sirvió como clínico en la Casa de Caridad de Alexander III para enfermos mentales, bajo las órdenes de Timofeev. Timofeev era amigo de Pavlov pues habían trabajado en el laboratorio de Botkin y Pavlov había dirigido su tesis doctoral. Como señala Todes (2002) es muy probable que Snarski terminara en el laboratorio de Pavlov gracias a Timofeev, que le recomendaría para la investigación de la “mente de las glándulas”.

Snarski era un practicante atípico que produjo una disertación doctoral igualmente atípica para el laboratorio de Pavlov. La tesis de Snarski se dibujó sobre autoridades científicas externas al laboratorio, citando a fisiólogos como Loeb o Sechenov o a psicólogos como Chelpanov, James, Ribot y Wundt. Snarski utilizó a estas autoridades para criticar el trabajo del practicante Wolfsohn (e implícitamente a Pavlov) al concluir que la psique “escoge” “clasifica” y “juzga”.

Wolfsohn llegó al laboratorio en 1896, él si era un practicante típico del laboratorio de Pavlov, médico joven sin mayor experiencia en fisiología, que necesitaba terminar una disertación que cumpliera las exigencias para obtener su doctorado en medicina, el cual logro en 1898.

Los trabajos de Wolfsohn, eran el producto del interés de Pavlov por las glándulas salivales y el reconocimiento que la experiencia diaria les había demostrado que dichas glándulas se hacían activas aún antes de que el alimento alcanzase la boca. Pavlov entonces lo definía como un acontecimiento psíquico donde el deseo por el alimento era un estimulante de los centros nerviosos de las glándulas salivales.

Los estudios de Wolfsohn bajo su tutela consideraban como indudable la participación de la psique en el proceso de salivación. En su informe a la Sociedad Rusa de Médicos, en octubre de 1897, indica que las respuestas de las glándulas salivales incluían no sólo emoción sino también un elemento de representación de pensamiento sobre la naturaleza de las sustancias externas que caían en el boca

del perro, de forma que clasifica los estímulos y responde de forma adecuada a cada uno de ellos. Pavlov alabó las conclusiones de su pupilo.

Tan evidente es que para Pavlov en esa época existía una “mente de las glándulas”, que Tarkhanov comenta en la Sociedad Rusa de Médicos en el año 1906 que Pavlov solía hablar todo el tiempo del “secreción psíquica” en el perro pero que ahora, el mismo Pavlov negaba que el perro tuviera una psique (Todes, 2002).

Volviendo a Snarski, para él la supuesta “mente de las glándulas” no merecía la etiqueta de mente. Concluyó que la secreción psíquica no reflejaba procesos de alto nivel (elección o juicio) sino procesos de bajo nivel como las “asociaciones visuales”. El reconocimiento del perro de las sustancias estaba basado en asociaciones visuales, memoria elemental y el reconocimiento de la asociación recién establecida. La secreción psíquica, por lo tanto, era un reflejo logrado en la región subcortical del cerebro, fuera de los centros conscientes de la corteza cerebral.

Como nos dice Todes (2002), hasta que llegó Snarski, el laboratorio de Pavlov había estado aislado de las nuevas ideas sobre la psique. Pavlov tenía su propia idea sobre la misma y sus practicantes solían tener poca autoridad o motivación para discutir sus ideas. Snarski sin embargo, importó los conocimientos del mundo profesional sobre la psique y en esa misma senda Tolochinov continuaría la línea de investigación que dejó Snarski.

Tolochinov era veterano del laboratorio de Bechterev y había trabajado en el Hospital de la Caridad de Timofeev. Él también era un practicante atípico, pues ya tenía su tesis doctoral (que había hecho con Bechterev) y por lo tanto, disfrutó de una relación insólita de igualdad virtual con Pavlov, trabajando hombro a hombro como colegas.

Tolochinov llegó en 1901 al laboratorio de Pavlov y en febrero de 1902, descubrió y describió el fenómeno de la extinción, un fenómeno clave para que

Pavlov decidiera enfocar el estudio en los reflejos condicionales. Tolochinov propone que la respuesta psíquica sea considerada un reflejo a distancia, como tantos otros reflejos (el reflejo rotular a distancia o el reflejo de parpadeo), en algún grado automático e involuntario, no recurriendo en su explicación a un acto reflexivo de la corteza cerebral.

Snarski entiende a la secreción psíquica como una asociación simple, basándose en las autoridades de la psicología. Tolochinov, basándose en la psiquiatría clínica, entiende la secreción psíquica como un reflejo a distancia involuntario.

Tolochinov estuvo con Pavlov hasta marzo de 1903. Después Tolochinov volvió a la práctica clínica y no publicó la mayoría de sus conclusiones. En 1912-13 se enfrentó con Pavlov por una serie de artículos en los cuales se publicaron los protocolos de sus experimentos, reclamando gran parte del crédito y del origen de los reflejos condicionales y criticando la dirección que la investigación había tomado en los años subsecuentes. Pavlov reaccionó bruscamente a sus ataques.

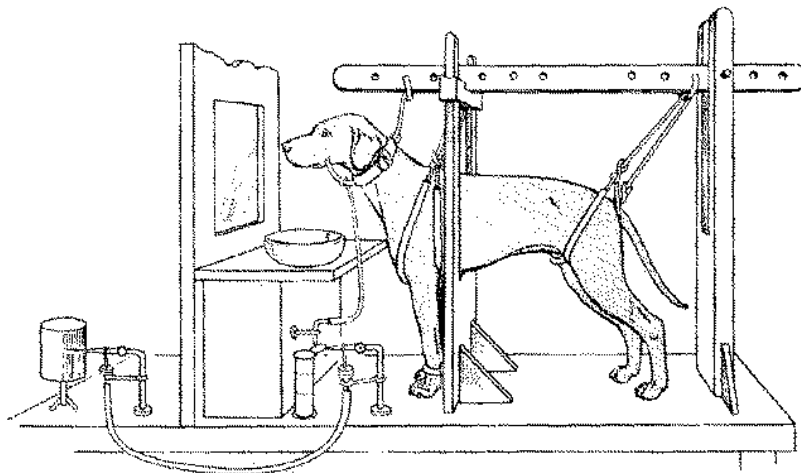
Con esto podemos ver que la narración de los hechos que hizo Pavlov en su “historia oficial” dista mucho de la recopilada a partir de las tesis de sus practicantes. Como bien lo aprecia Todes (2002), Pavlov y Snarski claramente difieren sobre el valor que podría ofrecer la psicología contemporánea para la investigación de la secreción psíquica. Sin embargo, Pavlov se empeñó en presentarle como un investigador centrado en la explicación subjetiva de los fenómenos, aún cuando en realidad fue el primer investigador del laboratorio en insistir que la secreción psíquica estaba más cerca de ser una asociación o un reflejo habitual que de ser un fenómeno donde la capacidad de raciocinio o elección del perro jugara un papel fundamental.

Para Pavlov la investigación de los reflejos condicionales o condicionados nació de una combinación de los experimentos de Wolfsohn y Tolochinov, de la influencia conceptual de Sechenov (el padre de la fisiología rusa) y del propio coraje

de su visión científica del mundo. En ella poco influyó la psicología, una disciplina que asociaba con la metafísica estéril.

#### 4.2.- LA TEORÍA DE LOS REFLEJOS CONDICIONALES.

Durante muchos años Pavlov pensó que la “psique” o la mente era un problema demasiado complejo para poder abordarlo científicamente, además no parecía existir una forma de estudiarla objetivamente. Sin embargo, con el paso del tiempo y el descubrimiento de la “secreción psíquica” en los perros, poco a poco, Pavlov fue cambiando de parecer, y pensó que podía tener un método objetivo para acercarse al complejo fenómeno de la psique (Todes, 2000).



**Figura 51.- Diseño experimental típico en los experimentos de reflejos condicionales en el laboratorio de Pavlov (Todes, 2000).**

La idea de Pavlov fue utilizar las glándulas salivales del perro como una ventana para poder observar su cerebro. Si se podían contar el número de las gotas de saliva que producía el perro ante diferentes situaciones, podría analizar los complejos e invisibles procesos cuando el animal utiliza sus sentidos para obtener importante información sobre su entorno.

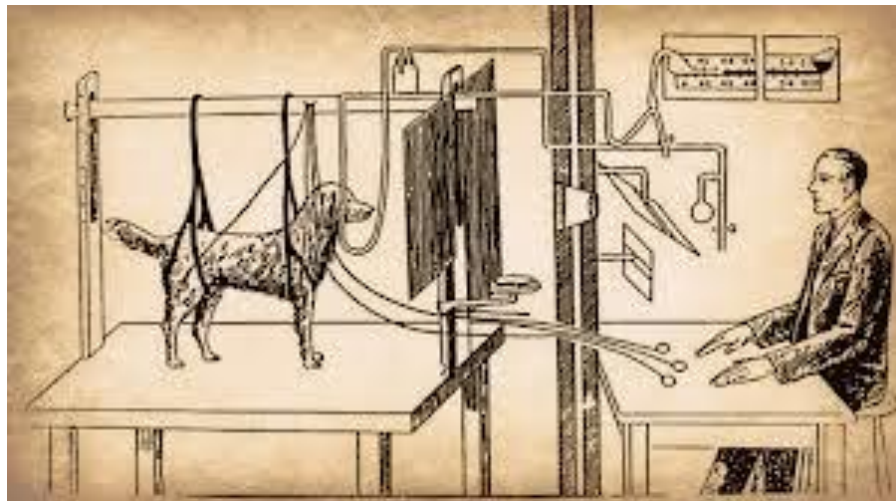
“Hasta el presente, todo nuestro trabajo se ha realizado exclusivamente sobre un pequeño órgano de poca importancia fisiológica, la glándula salival. Esta elección, debida al azar, ha resultado después muy satisfactoria. En primer lugar, satisfacía la exigencia fundamental del razonamiento científico: comenzar por el caso más sencillo en un campo de fenómenos complejos. Luego, se podía discernir claramente en el órgano elegido la forma más sencilla y la compleja de la actividad nerviosa y, de este modo se les podía oponer fácilmente” (Pavlov, 1923/1993, p.33).

En palabras de Pavlov: “El reflejo secretor presenta a nuestro propósito un gran número de ventajas. Las secreciones se prestan a una medida muy exacta; así, por ejemplo, la intensidad del reflejo de la saliva se puede medir por el número de gotas derramadas o por la cantidad de saliva recogida en cilindros y probetas graduadas... Otro apoyo muy importante a favor del reflejo secretorio es que con éste hay una tendencia menor a interpretarlo en el sentido antropomórfico; esto es, en términos de analogía subjetiva.” (Pavlov, 1929/1997, p. 19).

Como escribe Le Ny en su introducción a *Reflejos condicionados e inhibiciones*, por medio de su “método experimental que, a principios del siglo XX, comenzó a probar brillantemente su eficacia, se emprende por vez primera el estudio de un sector privilegiado del organismo, el sistema nervioso” (Pavlov, 1923/1993, p.23). El carácter revolucionario de su empresa para la época, era abordar de manera científica una realidad que hasta ese momento sólo abordaba, casi exclusivamente, la psicología subjetivista y espiritualista.

Pavlov concluyó que los reflejos incondicionales eran los reflejos innatos que sirven a un objetivo particular y son fundamentales para la supervivencia del organismo. El reflejo salival causa la producción de saliva cuando es necesario manejar una sustancia en la boca del animal. Si es alimento, la saliva ayuda a digerirlo y enviarlo por la vía digestiva. Si es una sustancia potencialmente dañina, la saliva ayuda a proteger la boca del animal. Las glándulas salivales responden con un reflejo, que llamo reflejo incondicional, pues es una respuesta innata que no depende de ninguna condición. El alimento es un estímulo incondicional y la salivación es una respuesta incondicional.



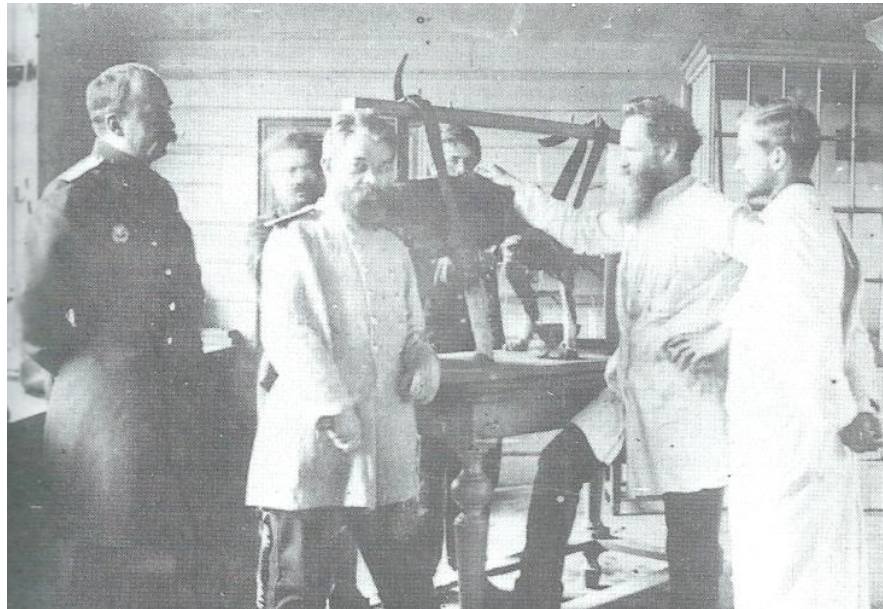


**Figura 52.- Representación del diseño experimental típico en los experimentos Pavlov.**

Por otro lado, está el reflejo condicional. En el laboratorio Pavlov y sus practicantes empezaron a observar que los perros solían salivar, cuando se acercaba la persona que siempre solía alimentarlos. Para Pavlov, esta persona se había convertido en una señal para el alimento. Es decir que el reflejo incondicional se asociaba con la imagen visual de la persona, de forma que la persona era un estímulo condicional, el alimento el estímulo incondicional y la salivación ante la persona era la respuesta condicional, con lo que cada reflejo condicional se construye sobre un reflejo incondicional. Aquí la salivación es un reflejo condicional porque éste depende de ciertas condiciones, y cuando éstas cambian, el reflejo también cambia (Pavlov, 1923/1993; Todes, 2000).

La base de la conducta animal, reside, para Pavlov, en el principio darwiniano de interacción entre el organismo y el medio. Para él, la existencia de reflejos incondicionales y condicionales explicaría como un animal sobrevive y se acomoda a un entorno cambiante. Los reflejos incondicionales no son suficientes para asegurar el equilibrio y deben complementarse con reflejos condicionales ya que el medio exterior lejos de permanecer constante se halla en continua variación y es muy diverso. En este contexto cambiante el animal tendrá que buscar su comida descubriéndola por distintos indicios, accidentales y temporales, que son estímulos condicionales, es decir señales, que excitan los movimientos del animal

hacia el alimento y que en su conjunto provocan un reflejo alimenticio condicional (Pavlov 1934/1968, citado por Zumalabe y González, 2005).

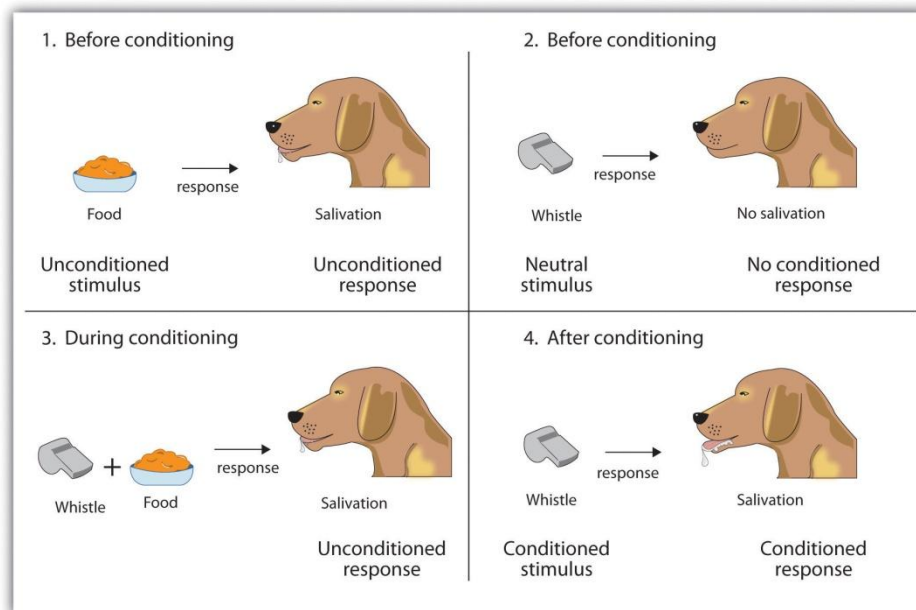


**Figura 53.- Pavlov en el Laboratorio de Botkin en la Academia Medico Militar. El arnés del perro que aquí aparece es esencialmente idéntico al que Pavlov empleó en sus experimentos de condicionamiento, aunque esta fotografía fue tomada casi veinte años antes de que Pavlov se interesara por el reflejo condicional (Todes, 2000; Boakes, 1989).**

Con su metodología objetiva, ahora Pavlov podía enfrentarse a procesos invisibles y complejos que suceden en el cerebro animal. Pero lo más importante, es que gracias a los miles de datos arrojados por sus colegas y discípulos, pudo observar un modelo básico de respuesta salival de los perros ante diferentes situaciones. Esto le permitió ver patrones y pensar en posibles leyes que manejaran los reflejos condicionales. Si esto era así, Pavlov podría controlar los reflejos condicionales y entender los cambios en el comportamiento (Fernández, 2006).

Para que se formara el condicionamiento era necesario, primero, la coincidencia en el tiempo de la acción del estímulo condicional o neutro con el estímulo incondicional. Segundo, era necesario que existiese una prelación, aunque fuera de unos segundos, en la acción del estímulo neutro con respecto al comienzo

de la acción del estímulo incondicional. Tercero, cuando se realiza la acción de ambos estímulos no debe haber otros estímulos extraños que puedan interferir en la asociación. Cuarto, el estímulo neutro debe tener menos intensidad biológica que el estímulo incondicional (Fernández, 2006).



**Figura 54- Proceso para establecer el reflejo condicional.**

Para Pavlov, la repetición de estímulos que provoca reflejos condicionales durante un tiempo determinado, facilita y termina fijando las respuestas producidas. Esa repetición de estímulos forma un *estereotipo de conexiones dinámicas* en la corteza cerebral, cuya permanencia requiere cada vez un menor gasto de energía nerviosa. La respuesta estereotipada que se produce por la combinación de reflejos puede llegar a ser difícil de obtener, ya que requiere de muchas horas de repeticiones continuas de los estímulos (Rojas y Eguibar, 2001).

Para Pavlov, los centros encargados de los reflejos condicionales serían los hemisferios cerebrales, a quienes les corresponde la actividad compleja de síntesis y análisis del mundo exterior. Las nuevas conexiones temporales son en esencia un proceso de excitación y de síntesis, pero se requiere además un ajuste rápido de

los reflejos temporales en concordancia con el medio externo. El análisis y la inhibición permiten corregir los reflejos condicionales (Fernández, 2006).



**Figura 55- Perro disecado con su cánula parotídea en el Museo Pavlov.**

“Debemos admitir que estos nuevos reflejos son una manifestación del sistema nervioso superior de los animales; constituyen, en efecto, los fenómenos más complejos de la actividad nerviosa y, por consiguiente, han de depender de las partes superiores del sistema nervioso. Por otra parte, las experiencias realizadas con animales (envenenamiento, ablación parcial o total de los hemisferios) permite afirmar que los reflejos condicionados exigen la intervención de los hemisferios” (Pavlov, 1923/1993, p. 56).

Según Todes (2000), Pavlov construyó su modelo alrededor de tres puntos: Primero, cada estímulo ambiental conduce a uno de los procesos básicos nerviosos: excitación o inhibición. La *excitación* era el proceso por el cual un estímulo causa un impulso nervioso que produce una respuesta, como mover una parte del cuerpo. La *inhibición*, era el proceso por el cual un estímulo producía un impulso nervioso que bloquea la respuesta, por ejemplo impidiendo el movimiento de una parte del cuerpo. La fuerza relativa de excitación e inhibición constantemente cambiaba, en una lucha por el equilibrio que gobierna el



comportamiento animal. Segundo, los procesos nerviosos de excitación e inhibición se extienden y actúan recíprocamente en el cerebro según ciertas leyes básicas. Tercero, existen diferencias innatas entre los sistemas nerviosos de los diferentes individuos. En algunos, el sistema nervioso tiende a favorecer la excitación, en otros, tiende a la inhibición. Estas diferencias innatas en el equilibrio excitación-inhibición explicaban para Pavlov, porque animales diferentes respondían de forma diferente a experimentos idénticos.

La hipótesis de Pavlov suponía que la excitación repetida entre los dos estímulos, va facilitando el camino desde la corteza cerebral al centro del reflejo incondicional, pero cuando la coordinación se va distanciando ese camino se obstaculiza y acaba por cerrarse totalmente. Esto se conoce como el fenómeno de la *extinción*.



**Figura 56.- Paseo de los trabajadores con los perros con los que se desarrollan los experimentos en el laboratorio de Pavlov (Todes, 2000).**

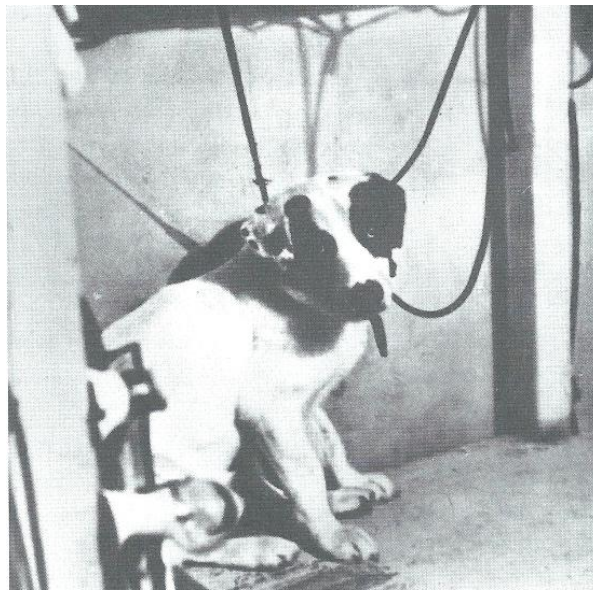
La *extinción* depende de muchos factores: tiempo entre las presentaciones no reforzadas, intensidad del estímulo condicional, fuerza del reflejo a extinguir, el sistema nervioso de animal, etc. Además, en el fenómeno de extinción no se destruye totalmente el reflejo condicional, sino que se suspende temporalmente.

Tras un breve período de descanso, el reflejo aparecía nuevamente sin necesidad de ser reforzado, aunque esta *recuperación espontánea* nunca llegaba a los niveles previos a la extinción (Pavlov, 1923/1993).

Pavlov planteó la *ley de la irradiación*, según la cual, los procesos de excitación y de inhibición, una vez que se desarrollan en los hemisferios, comienzan propagándose por ellos y luego se concentran en el punto de partida. En sus propias palabras: “Si un proceso de excitación se propaga desde un punto dado y un proceso de inhibición lo hace desde otro, ambos se limitarán, se encerrarán recíprocamente en los límites de una zona determinada...” “Cabe, pues, imaginar una cierta lucha entre dos procesos opuestos que normalmente termina con el establecimiento de un cierto equilibrio entre ellos, de una cierta equivalencia”. (Pavlov 1923/1993, p 162-163). “Hemos de admitir que los procesos de excitación y de inhibición son dinámicos, que se irradian y se propagan por una parte, y se concentran y quedan encerrados en estrechos límites, por otra” (Pavlov 1923/1993, p.186)

Si se desarrolla el condicionamiento con un estímulo, el proceso nervioso de excitación se propaga, se irradia hacia otras células situadas a una distancia mayor o menor. Por eso cuando se desarrolla un reflejo condicional, a partir de un tono determinado, otros tonos o ruidos pueden provocar la respuesta condicionada. “Luego la irradiación se limita cada vez más; el proceso de excitación se concentra en un punto minúsculo de los hemisferios, probablemente en el correspondiente grupo celular. Esta limitación se produce con extrema rapidez bajo la influencia de otro proceso nervioso fundamental, llamado inhibición” (Pavlov, 1923/1993, p. 211).

Otro fenómeno descubierto en el laboratorio de Pavlov, es la *generalización*, donde los estímulos próximos al estímulo condicional provocaban la salivación con una fuerza proporcional a la semejanza entre ellos (Pavlov, 1923/1993). Por ejemplo, implantado un reflejo salival al tono de 975 ciclos por segundo, los animales salivaban a los tonos de 925, 950, 1000, 1025, etc., con una fuerza decreciente a medida que se apartaban del tono de 975 ciclos. El estímulo condicional se había generalizado y el perro respondía a una gama más amplia de estímulos (Zumalabe y González, 2005).



**Figura 57.- Perro del laboratorio de Pavlov con el cual se estudian los reflejos incondicionales y condicionales (Todes, 2000).**

Como la intensidad de la respuesta no era la misma en todos los casos, cabía pensar que los animales discriminaban las diferencias entre los estímulos. Entonces se estudió la *discriminación* mediante un procedimiento de refuerzo diferencial que consistía en la presentación alternativa de dos estímulos, uno reforzado (el tono de 975) y otro sin refuerzo (el tono de 1000), obteniendo discriminaciones muy precisas que Pavlov atribuyó a la actividad analizadora de los hemisferios cerebrales.

El procedimiento anterior daba lugar a una *inhibición diferencial*, en la que el estímulo no reforzado adquiría propiedades inhibitorias que paralizaban los centros próximos al del estímulo reforzado. Según Pavlov, existían dos tipos generales de inhibición. Por un lado, la *inhibición externa*, que es cuando un agente excitante inesperado o fuerte del ambiente hace que se inhiba el reflejo condicional. Se llama externa por que la inhibición se origina primariamente en partes del cerebro distintas de aquellas en las que el reflejo de respuesta es iniciado (Pavlov, 1929/1997). Por otra parte, está la *inhibición interna* que se desarrolla progresiva y lentamente. Dentro de ella, estarían la extinción, la inhibición condicionada y la inhibición de demora, ya descritas anteriormente.

Además de la extinción, que ya hemos explicado, está la *inhibición de demora* que se conseguía intercalando entre el inicio del estímulo condicional y la presentación del refuerzo, un intervalo temporal de un minuto en el que algunos animales no sólo dejaban de salivar sino que además inhibían todas las conductas y caían en el sueño. La *inhibición condicionada* es aquella en la que la inhibición se condicionaba a otros estímulos presentando un estímulo condicional junto a otro estímulo indiferente, en condiciones de no refuerzo, la combinación dejaba de elicitar la salivación a pesar de que el estímulo condicional conservaba sus propiedades excitadoras cuando actuaba solo (Zumalabe y González, 2005).

La teoría de Pavlov sobre el funcionamiento de la actividad nerviosa superior, obviamente es heredera del nervismo de Botkin, y dentro del sistema nervioso, Pavlov resaltó enormemente la importancia de los hemisferios cerebrales. Para Pavlov la estructura cortical era un área aferente aislada especializada en la recepción, análisis de los estímulos y síntesis de conexiones temporales entre ellos y las respuestas del organismo. Mientras tanto, los centros subcorticales eran los responsables de los movimientos y tenían como función (debido a sus células menos sensibles y más primitivas) la regulación y control de los reflejos incondicionales (Zumalabe y González, 2005).

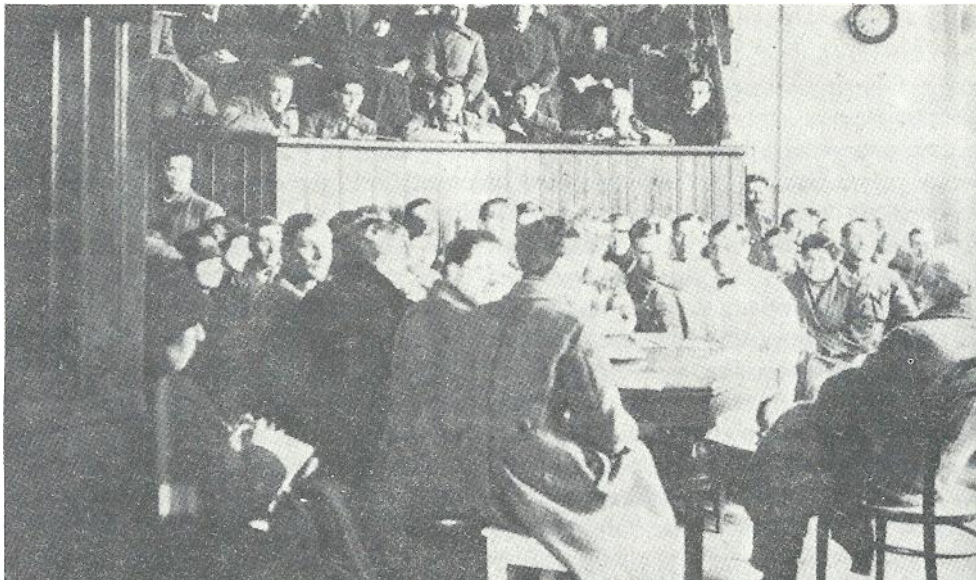
El sistema nervioso era entendido como un sistema en equilibrio donde actuaban constantemente dos fuerzas contrarias: la excitación y la inhibición. La excitación era un proceso activo de signo positivo que ponía en marcha una serie de funciones del organismo. La inhibición también era un proceso activo pero negativo, de freno o paralización de una función, tal y como podía observarse en la extinción. Esto convertía al sistema nervioso en el escenario de lucha de dos fuerzas de signo contrario en interacción continua (Pavlov, 1923/1993; Pavlov 1997; Zumalabe y González, 2005).

Pavlov creía que los reflejos condicionales se establecían en el córtex, y obedecían a unas conexiones nerviosas entre los analizadores sensoriales y las proyecciones corticales de los centros de los reflejos innatos, pero sin dar más detalles sobre esa conexión.



La observación concienzuda de los datos arrojados en su laboratorio le permitió proponer las siguientes leyes de actividad para la actividad nerviosa superior, la ley de irradiación, concentración e inducción recíproca que regulaban los procesos de excitación e inhibición. La *irradiación* se producía cuando en un punto determinado del córtex se generaba un proceso de excitación o inhibición y éste se expandía por las células circundantes tal y como las ondas se expanden por el agua. La irradiación de la excitación explicaba el fenómeno de la generalización. La *concentración*, sucedía tras la primera fase expansiva, donde los procesos nerviosos tendían a volver al punto de partida. Finalmente, estaba la *inducción recíproca*, en donde las relaciones entre excitación e inhibición no eran de mutuo antagonismo, sino que se potenciaban mutuamente (Zumalabe y González, 2005).

Pavlov pensaba que la inducción contribuía a delimitar la distribución de los puntos de excitación e inhibición dentro del córtex y que gracias a ella el organismo disponía de un sistema organizado de respuestas positivas y negativas a los distintos estímulos del medio ambiente (Pavlov 1923/1928, citado por Zumalabe y González, 2005).



**Figura 58- Pavlov impartiendo clase (Boakes, 1989).**

En resumen la teoría pavloviana es una teoría del equilibrio de la energía regulada mediante la inducción, irradiación y concentración, todo ello dentro del marco del determinismo mecanicista y con el fin de explicar desde un punto de vista puramente fisiológico la conducta normal y patológica y las diferentes tipologías de los animales y los hombres.

Y decimos esto último, porque Pavlov siempre se preocupó por la aplicabilidad de sus investigaciones para la práctica clínica del médico. Como dice Fernández (2006), Pavlov estaba plenamente convencido de que a partir de la experimentación con animales se llegarían a entender y solucionar los problemas de la patología del sistema nervioso e incluso conseguir el tratamiento adecuado.

Desde 1921 hasta su muerte en 1936, Pavlov desarrolló su teoría de los tipos de sistema nervioso y con este criterio clasificó a los perros experimentales. Pavlov entendía por “tipo” un conjunto de propiedades de la actividad nerviosa superior resultado de la combinación de características congénitas y adquiridas. Tres propiedades permiten la clasificación del tipo de sistema nervioso: la fuerza de la excitación y la inhibición en los procesos nerviosos, el equilibrio entre estos dos procesos y la movilidad. La *fuerza* es la capacidad de resistencia de las neuronas a las tensiones del medio ambiente; el *equilibrio* significa el carácter equitativo entre la fuerza y la movilidad de la excitación y la inhibición; la *movilidad*, finalmente, es la propiedad de cambiar entre los procesos de excitación e inhibición frente a las variaciones del medio. (Fernández, 2006).

De acuerdo con su experiencia, en estos 15 años, Pavlov dividió a los animales en fuertes y débiles, según la intensidad de sus respuestas, y en equilibrados y no equilibrados, según el parámetro de equilibrio de sus procesos nerviosos (excitación e inhibición). A los fuertes y equilibrados los dividió a su vez en lábiles (poco estables) e inertes (poco modificables) según el parámetro de movilidad. Similar a la clasificación de los temperamentos de Hipócrates: coléricos (fuertes, pero no equilibrados, ya que la excitación predomina sobre la inhibición), flemáticos (fuertes, bien equilibrados, pero inertes, calmados y lentos), sanguíneos (fuertes, bien equilibrados, lábiles y móviles) y melancólicos (débiles) (Pavlov, 1923/1993; Pavlov, 1929/1997; Rojas y Eguibar, 2001).

El animal se adecuará al medio si es capaz de resistir los embates inevitables en el curso de su vida, si su sistema nervioso mantiene un equilibrio entre la excitación e inhibición y si es capaz de realizar cambios básicos en sus patrones de conducta ante el medio. Las alteraciones nerviosas serán el resultado de una tensión excesiva que desborda los límites de su capacidad de resistencia, equilibrio o mutabilidad (Fernández, 2006).

Un accidente empujaría las investigaciones de Pavlov y su laboratorio hacia un nuevo rumbo. El 23 de septiembre de 1924 el río Neva se desbordó e inundó San Petersburgo, derrumbando postes eléctricos y cortando la electricidad de la ciudad. El laboratorio se inundó dejando a los perros atrapados en sus jaulas y casi ahogándose. Los ayudantes de Pavlov corrieron a rescatar los perros y como las jaulas ya estaban debajo del nivel del agua, la única forma para salvar los perros era sumergirlos y hacer que atravesaran la puerta. Los animales estaban aterrorizados pero la mayor parte de ellos se salvaron (Todes, 2000).

Una vez se superó la inundación, se restauró el laboratorio y volvieron a iniciar los experimentos. Algunos perros se recuperaron y volvieron a trabajar sin problemas, pero otros no. Dependía del tipo de perro, los débiles habían cambiado sus comportamientos y los reflejos condicionales aprendidos habían desaparecido. Pavlov y sus colegas decidieron probar si esto se debía a la experiencia traumática de la inundación. Pusieron a uno de los perros afectados en su soporte y crearon una pequeña inundación en el laboratorio. El perro empezó a gimotear, sacudir las patas y tratar de liberarse del soporte, el perro estaba “roto” ante la situación. Esto marcó el inicio del estudio de las *neurosis experimentales* (Todes, 2000).

Desde entonces el laboratorio empezó a desarrollar un línea de investigación y experimentación terapéutica con perros y se propusieron tres formas generales de tratamiento: descanso/entrenamiento, medicamentos y sueño. Mediante el descanso se lograba eliminar la tensión de las zonas de la corteza cerebral estimuladas, desmontando el esquema experimental, retrasándolo dos o tres días o con una pausa de semanas o meses. Otras veces se lograba eliminar las neurosis que habían sido inducidas por medio de tareas complejas (como la discriminación entre un círculo y una elipse, cada vez más similares) mediante

entrenamiento en tareas relativamente fáciles, incrementando poco a poco su dificultad (Fernández, 2006).

Si estos procedimientos no funcionaban se utilizaban medicamentos, como el bromuro de sodio. La dosis dependía del tipo de sistema nervioso, de forma que las dosis más bajas eran suficientes para los sistemas nerviosos más débiles. Era muy eficaz asociar el bromuro con descanso. En los casos más graves se utilizó cafeína. La cafeína incrementaba el proceso excitador, mientras que el bromuro intensificaba el proceso inhibitor. Pavlov llegó a la conclusión de que la asociación de bromuros y cafeína puede ser útil para lograr un adecuado balance entre excitación e inhibición. Otros medicamentos utilizados fueron el cloruro de calcio, la fenamina y la simpatomimetina, aunque sin datos concluyentes (Pavlov, 1923/1993; Fernández, 2006).

Por otro lado, el descanso era indispensable en todo tipo de tratamiento, y el sueño constituye su forma más completa. La inhibición protectora hace posible la recuperación del funcionamiento normal de las neuronas corticales. El sueño se inducía por el barbitúrico veronal o también por medio del sueño hipnótico, utilizando estímulos mecánicos suaves, luces o estímulos en la piel. La inhibición protectora producida por el sueño tenía resultados favorables y en la mayoría de los casos producía la recuperación total (Fernández, 2006).

Como era de esperar, los anteriores trabajos experimentales, llevaron a Pavlov a pensar que podría tener una respuesta para enfrentar el problema de las enfermedades mentales en el hombre.

“Si los conocimientos obtenidos en los animales superiores relativos a las funciones del corazón, estómago y de los demás órganos, tan semejantes a los del hombre, sólo se deben aplicar a éste con precaución..., que cuidado más intenso no será necesario desplegar para el traspaso al hombre de los conocimientos exactos científico-naturales de la más elevada actividad nerviosa, obtenidos por primera vez sobre los animales... No obstante, considerando que la actividad nerviosa de la corteza cerebral, indudablemente reposa sobre los mismos

fundamentos en el hombre y en los animales superiores, es posible pasar al hombre algunos de los resultados muy generales obtenidos en los animales” (Pavlov, 1929/1997, p. 409).

Pavlov parte de lo que tienen en común los animales y el hombre en relación con los procesos nerviosos superiores, de tal forma que las neurosis humanas pueden ser analizadas con la ayuda de las neurosis animales, sin que esto suponga una identificación o una reducción. La explicación estaría en la ruptura del equilibrio entre los procesos excitadores e inhibidores. (Todes, 2000; Fernández, 2006).

“Dos condiciones pueden producir perturbaciones patológicas en el perro por lesión funcional: la primera, el encuentro agudo de proceso inhibidores y excitadores, y la segunda, la influencia de estímulos muy intensos. Precisamente en el hombre causas semejantes son las que producen las perturbaciones nerviosas y psíquicas” (Pavlov, 1929/1997, p. 411)

Cerca de sus sesenta y ocho años Pavlov empieza a interesarse por la psiquiatría, estudiando las enfermedades mentales y acudiendo a un hospital psiquiátrico para observar a los enfermos e incluso diagnosticar a algunos pacientes. Cuando cumplió los ochenta años el gobierno le entregó el complejo científico de Koltushi y también por esa época recibió a dos monos, Rosa y Rafael, con la esperanza de comparar su comportamiento con el de los perros (Todes, 2000). Cuando ya se acercaba el final de su vida, él todavía estaba convencido que necesitaba mucho más tiempo para poder terminar sus investigaciones y lograr las apreciadas aplicaciones a la medicina y la psiquiatría de la época.

En sus diferentes trabajos, Pavlov analiza el mecanismo fisiopatológico de la esquizofrenia, de la psicosis maníaco-depresiva, de la psicastenia, de los estados obsesivos así como de posibles medicamentos que se pueden utilizar en la práctica clínica (Pavlov, 1964)

Por ejemplo, Pavlov desarrolló la terapia del sueño tratando de alcanzar el mecanismo natural de la inhibición protectora en la situación más parecida al sueño

natural, con la mínima dosis de narcótico. Esto es muy importante, si tenemos en cuenta que en su época, los hospitales psiquiátricos se orientaban al aislamiento social de los enfermos. Pavlov ofrecía una nueva terapéutica al brindar el descanso más completo posible para facilitar la recuperación del enfermo (Fernández, 2006).

Para finalizar, queremos recordar las palabras que ofrecía Julio L. Peluffo en el prólogo a la segunda edición de *Los reflejos condicionados aplicados a la psicopatología y psiquiatría*: “La obra escrita de Pavlov es ya patrimonio de la historia, mundialmente valorada como corresponde, su labor ha sido tan fértil como gigantesca; de allí que su lectura sigue siendo obligatoria para iniciarse en los interesantes temas, en los que fuera genial creador” (Pavlov, 1964, p. 7), y más adelante puntualiza: “Lo importante es que la obra de Pavlov sigue el curso fecundo de las grandes creaciones científicas; constituyen un punto de llegada, pero también un punto de partida. Es a partir de sus descubrimientos, sin olvidar a ilustres y meritísimos precursores, que el conocimiento de la actividad nerviosa superior encuentra su método...” (Pavlov, 1964, p. 8).



**VII.-CAPITULO 5.**  
**EL LEGADO CIENTÍFICO**  
**DE CAJAL Y PAVLOV.**





## **VII.- CAPITULO 5. EL LEGADO CIENTÍFICO DE CAJAL Y PAVLOV.**

### **1.- EL LEGADO DE CAJAL.**

El legado de la obra de Cajal es muy amplio e importante, ya que de forma directa tiene que ver con la anatomía, la fisiología y las enfermedades nerviosas y además contribuyó a sentar las bases en las que se apoyan conceptos fundamentales sobre los seres vivos y las ciencias de la conducta.

Como nos dice López-Piñero: “La pervivencia de la obra de Cajal en la comunidad científica internacional se debe a una razón muy clara: lo mismo que Darwin, Pasteur, Virchow, Mendel o Claude Bernard, Cajal creó uno de los modelos que hoy sirven de núcleos de cristalización a las ciencias biológicas.... la estructura del sistema nervioso y los mecanismos básicos de su funcionamiento” (López-Piñero, 1986, p. 6).

Además, contrariamente a lo que ocurre con otros autores, su obra sigue estando de actualidad, es decir, no sólo se le cita de una forma general y en un sentido histórico, sino que los científicos actuales que trabajan en temas de vanguardia y muy concretos, aún se basan en muchas de sus aportaciones más de cien años después de haberlas hecho.

La importancia de su obra según Llinás (2003) tiene que ver con:

1. Su preocupación por ofrecer una comprensión del cerebro a través de un estudio sistemático del mismo. Por ello planteó tantas hipótesis de trabajo, pues para él era preferible tener hipótesis incompletas y primitivas que guiarán el trabajo posterior a no tener nada.
2. Su creencia de la presencia de circuitos neuronales estrictamente organizados como una característica fundamental de todos los cerebros.

Cajal fue el primero en comprender que el factor común de todos los cerebros es la presencia de neuronas y que todos los cerebros son sociedades de células, cuya meta común es orquestar la interacción conductual del organismo con su ambiente.

3. Como corolario a los dos anteriores: Cajal considera que la función del cerebro debe ser entendida en el contexto de la evolución y el nicho etológico en el cual se ha desarrollado y sobrevivido.

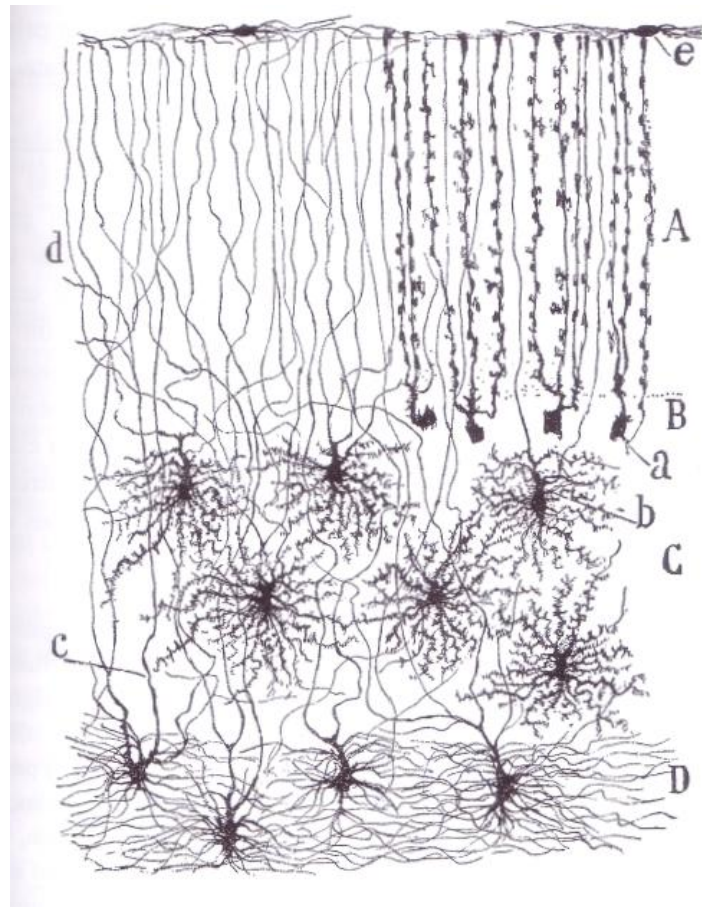
Si tratamos de hacer un esfuerzo por resumir el legado de Cajal, podemos organizarlo de la siguiente manera:

### **1.1.- SU OBRA HISTOLÓGICA Y ANATÓMICA.**

Si tenemos en cuenta su obra magna *Textura del sistema nervioso del hombre y los vertebrados*, que publicó entre 1897 y 1904, podemos ver el recorrido que hace palmo a palmo de las diferentes estructuras del sistema nervioso. La obra comienza afirmando: “El sistema nervioso representa el último término de la evolución de la materia viva y la máquina más complicada y de más nobles actividades que nos ofrece la naturaleza” (Cajal, 1904/2007).

Entre otros abarca los siguientes temas:

- Elementos del tejido nervioso.
- Medula espinal, ganglios raquídeos, terminaciones nerviosas y consideraciones fisiológicas sobre la marcha de las corrientes en la médula.
- Histología comparada de la médula y del desarrollo del tejido nervioso.
- Estructura del bulbo raquídeo y los orígenes de los nervios craneales.



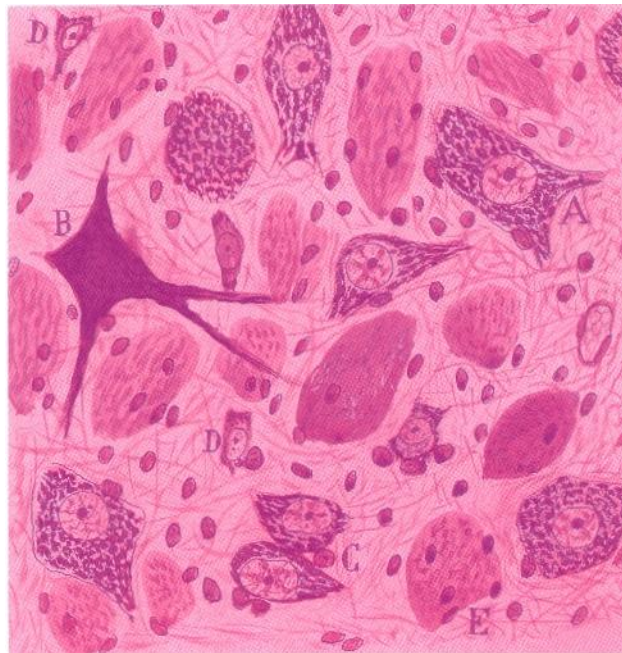
**Figura 59.- Conjunto de células neuróglas del cerebelo humano (Revelación combinada de los métodos de Golgi y Weigert).- A, zona plexiforme; B, hilera de las células de Purkinje; C, capa de los granos; D, sustancia blanca; a, células epiteliales; b, astrocitos de la capa de granos; c, radiaciones externas de los elementos de la sustancia blanca; e, células neuróglas tangenciales (Cajal, 1904/2007).**

- Vías y focos intrínsecos del bulbo, la estructura de la protuberancia, el cerebelo, los ganglios cerebelosos y la histogénesis cerebelosa.
- Estructura del cerebro medio, la retina y los focos talámicos geniculado externo, sensitivos, semilunares o accesorio de éste, angular y dorsal.
- Resto del tálamo, cuerpo estriado, cerebro y gran simpático.

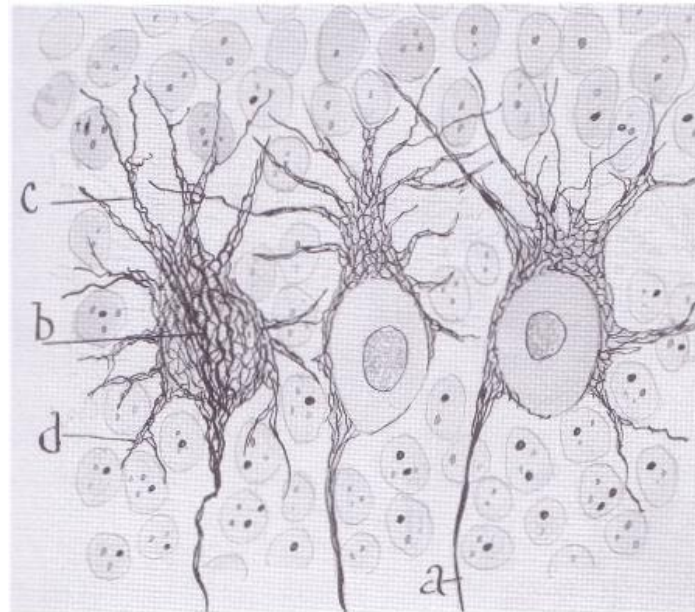
## 1.2.- TÉCNICAS.

En el *Textura*, Cajal examina sistemáticamente todos los territorios nerviosos con el *método de Golgi* y la mejora que él implanta de la doble impregnación, demostrando la individualidad de las neuronas, aclarando su comportamiento genético y ofreciendo un modelo estructural del funcionamiento del sistema nervioso.

Más tarde, después del Congreso de 1903, Cajal desarrolló una nueva técnica que le permitió conocer la estructura interna de la neurona. Con el *método del nitrato de plata reducido*, pudo apreciar la disposición de las neurofibrillas en el protoplasma nervioso y en las arborizaciones pericelulares (López-Piñero, 1986).



**Figura 60.- Células de núcleo rojo del gato [adulto]. Método de Nissl. Corte frontal. –A, célula grande clara; B, célula grande oscura; C, tipos medianos; D, tipos menudos; E, haz del pedúnculo cerebeloso superior cortado de través (Cajal, 1904/2007).**



**Figura 61.- Células de Purkinje del perro de tres o cuatro días. Método del nitrato de plata reducido. –a, cilindro-eje; b, corriente de neurofibrillas convergiendo en el cilindro-eje; d, neurofibrillas de las dendritas basales (Cajal, 1904/2007).**

Para el conocimiento sobre la degeneración y regeneración del sistema nervioso, aplicó el método del nitrato de plata reducido entre 1905-1907. En 1907 siguió aplicando su nueva técnica para estudios comparados de la textura del cerebelo y del bulbo raquídeo, el estudio de la génesis de los nervios motores y sensoriales y las expansiones neuronales en el embrión, así como al análisis de la estructura del núcleo neuronal.

Con 60 años, en 1912-1913, Cajal idea dos nuevas técnicas: la del formol-urano y la del oro-sublimado. Con el *método del formol-urano* precisó varios detalles sobre la disposición, fases evolutivas y conexiones del retículo endoneuronal conocido como aparato de Golgi.

Con el *método del oro-sublimado* resolvió el problema de la impregnación de un tipo de neuroglia (neuroglia protoplásmica o de radiaciones cortas) que era muy difícil de teñir. Técnica innovadora que sería decisiva para las investigaciones de

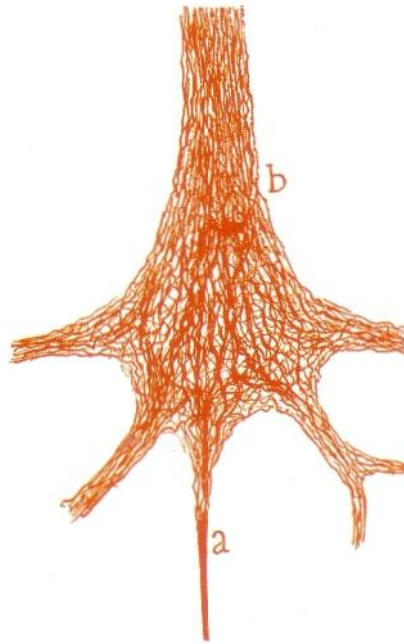
glioarquitectura desarrolladas después por Nicolás Achucarro y Pío del Río Hortega (López-Piñero, 1986).

### 1.3.- POSTULADOS FISIOLÓGICOS.

Sin ser exhaustivos, los resumiremos así:

- La teoría neuronal. La teoría neuronal de Cajal supuso la mayor revolución en el campo de la neurociencia de todos los tiempos. Esta teoría sigue siendo el marco conceptual utilizado para interpretar el funcionamiento del sistema nervioso y estamos tan acostumbrados a ella que nos es sumamente difícil imaginar otra alternativa (García, 2005).
- La ley de la polarización dinámica. Cajal realizó la primera interpretación predictiva sobre el funcionamiento del sistema nervioso, interpretación que no ha hecho más que confirmar posteriormente la electrofisiología (García, 2005).
- Las leyes de la economía de tiempo (por la cual las vías nerviosas son lo más cortas posibles, adoptando ingeniosas soluciones geométricas para alcanzar dicho objetivo), la ley del ahorro de energía (referida sobre todo a la economía del protoplasma) y economía de espacio (por la que los elementos celulares nerviosos se disponen de forma que eviten la formación de vacíos) (Llinás, 2003; Delgado-García, 2006).
- La ley de la avalancha o alud nervioso. La conducción del impulso nervioso en avalancha supone la activación de numerosas poblaciones neuronales a partir de un simple estímulo sensorial, lo cual permite, entre otros procesos, la elaboración de respuestas en sitios nerviosos alejados del sitio estimulado (Delgado-García, 2006)

- La descripción de la conectividad entre neuronas o sinapsis. Cajal describió la organización topográfica básica de circuitos neuronales completos y esta descripción anatómica iba siempre acompañada de una interpretación (García, 2005).



**Figura 62.- [Neurofibrillas del] cuerpo de una pirámide de tamaño grande.  
Corteza cerebral del gato adulto (método del nitrato de plata reducido)  
(Cajal, 1904/2007).**

- El carácter plástico de la asociación interneural. Su importante hipótesis sobre la posibilidad de que el aprendizaje tuviera lugar como consecuencia de un enriquecimiento de las conexiones nerviosas, de la aparición de nuevos brotes (espinas dendríticas) e incluso nuevas conexiones de las terminaciones axonales y dendríticas (Morgado, 2007; De Felipe, 2007a)
- La neurogénesis y el cono de crecimiento neuronal. Cajal propuso la teoría neurotrófica, según la cual los conos de crecimiento se orientan hacia sus dianas atraídos por sustancias específicas. El cono de



crecimiento ha ido recibiendo una atención creciente en los últimos años, en la medida en la que ha ido progresando el conocimiento del citoesqueleto neuronal, los factores neurotróficos y las moléculas de señalización y adhesión (García, 2005).

- Sus aportaciones sobre la degeneración y regeneración de las fibras nerviosas tanto en el sistema nervioso periférico como en el sistema nervioso central. Propuso que las *Células de Schwann*, presentes en el sistema nervioso periférico pero no en el central, estaban relacionadas con la capacidad de regeneración y fue el precursor del uso terapéutico de trasplantes de estas células para promover la regeneración axonal central. Tema de candente estudio en la actualidad para la generación de terapias adecuadas (García, 2005).
- La neuroglía y sus funciones. Nuestro conocimiento actual sobre los tipos de glía que existen en el sistema nervioso debe mucho a Cajal y a sus colaboradores, que partieron de una falta prácticamente absoluta de conocimientos previos sobre estas células. A Cajal y su escuela debemos las primeras descripciones detalladas de la astroglia y las primeras hipótesis sobre su función (García, 2005). Cajal creía que era necesario desterrar la idea clásica, de que las células gliales en general y los astrocitos en particular, eran meros elementos de soporte trófico y tenían un papel activo. Las actuales técnicas experimentales revelan la intervención activa de los astrocitos en el procesamiento, transferencia y almacenamiento de información en el cerebro (Araque y Navarrete, 2013).
- Sus aportaciones a la neurobiología celular. Cajal ya observó que el citoesqueleto neuronal sufría modificaciones dependiendo del estado funcional de la célula. Pensaba que era una estructura inestable y dinámica que sufría alteraciones funcionales rápidas. Además Cajal observó que el citoesqueleto se modificaba en condiciones patológicas, tema que es hoy el objeto de importantes investigaciones. Otros importantes estudios de biología celular de Cajal son los relacionados

con el núcleo, Las descripciones muy detalladas del núcleo celular neuronal realizadas por Cajal incluyen toda una serie de estructuras cuyo significado permanecía oculto hasta que en los últimos años han ido siendo redescubiertas. Tal es el caso de unas estructuras que en 1903 Cajal describió con el nombre de cuerpos accesorios del nucléolo. Estas estructuras, redescubiertas en 1969 con el microscopio electrónico, han resultado ser centros clave para el procesamiento del ARN y hoy son conocidas como cuerpos de Cajal (García, 2005).

#### **1.4.- APORTACIONES A LA PSICOBIOLOGÍA.**

Como dice Pérez (1991), Cajal se interesó en el papel de las más diversas estructuras neurológicas, tanto independientes como en su conjunto, con el fin de poder explicar y entender la conducta. Para Pérez, entre las aportaciones neurológicas más importantes para entender el comportamiento están: la teoría neuronal, la ley de polarización dinámica, la doctrina de la neurogénesis, los conos de crecimiento, el portentoso hallazgo de las fibras buscadoras de las neuronas (algunas de las cuales ya hemos comentado antes), a las cuales agrega también:

- El hallazgo de las fibras buscadoras que manifiestan la actividad exploratoria de la propia neurona, mediante su abundante arborización.
- La correlación Neurona/Glía y la gran sensibilidad de las células nerviosas de Purkinje.
- La degeneración fibrilar como un hecho económico y utilitario.
- La correlación entre abultamientos mielínicos y espesamiento del axón.
- Aspectos compensatorios en las células piramidales, sobre todo en la proximidad somática.

- La diferente velocidad de crecimiento en cerebro y cerebelo respecto a médula y nervios.
- Considerar el valor ecológico en que se desenvuelve la neurona, prediciendo la existencia de nuevas estirpes celulares y otros factores de índole química no encontrados en su momento.
- Evidente avance de índole teórico práctico con respecto a posibles fenómenos inmunitarios.
- Tentativas y experiencias acerca de posibles injertos dentro del sistema nervioso.
- Ambición esperanzadora en la *dinamización de lo puramente estático* con exacto conocimiento estructural.

### 1.5.- APORTACIONES A LA MEMORIA, EL APRENDIZAJE Y LA PERCEPCIÓN.

También siguiendo el artículo de Pérez (1991) podemos citar:

- Tres clases de centros corticales, que elige entre los receptores más antiguos, el visual, el auditivo y el táctil.
- Estos centros correspondientes a su respectiva sensoperceptividad, tienen el carácter de la bilateralidad. Sin embargo, la memoria tiene una representación unilateral.
- Todos y cada uno de los centros emiten fibras sensoriales, mediante la vía talámica. Las fibras perceptivas envían sus fibras a los centros mnemónicos.



**Figura 63.- Corte frontal de la corteza del bulbo olfatorio del conejo. [Método de Nissl]. – 1, capa nerviosa; 2, de los glomérulos; 3, plexiforme periférica; 4, células mitrales; 5, plexiforme interna; 6, zona de granos y sustancia blanca; a, células empenachadas periféricas; b, medias; c, internas; d. células de axón corto (Cajal, 1904/2007).**

- Se dan amplias y estrechas vías de asociación entre centros mnemónicos y centros perceptivos, que vienen enriquecidos a su vez por la profusa red neurológica llevada a cabo dentro de cada uno de los respectivos centros.

- Cuando se lesionan los centros de la percepción se pierde ésta, aunque queda la memoria y el origen de su estímulo tanto físico como icónico.
- Para el caso de la lesión en los centros vecinos, se da una debilitación de la memoria, así como de la capacidad para reconocer los objetos. Bien podría tratarse de una determinada apraxia.
- Muy cercano a estos estudios perceptivo-memorísticos, toca sin detenerse mucho, los problemas centrales de la articulación de la palabra, audición e imágenes visuales. Para todos y cada uno de ellos, también existen centros mnemónicos.
- Establece una distinción entre aquellos centros corticoperceptivos que conectan más estrechamente con el mundo y los centros mnémicos que tienen que ver más con la representación.
- Para Cajal la memoria es un acontecimiento nuevo, a la que vez que sensible a la voluntad, emociones, ideas precedentes, etc., constituyendo la memoria el núcleo de la intimidad que consustancializa con el Yo.
- No obstante, ya había intuido Cajal que no toda la memoria es igual. Nos habla de un centro mnémico primario que almacena la percepción local, fija la imagen nueva y se ocupa de las operaciones intelectuales y volitivas más simples. Los centros secundarios, se encargarían de almacenar los restos perceptivos, combinando y sintetizando imágenes.
- La aportación que en la neurología comparada hace sobre las estructuras y capacidades de cada animal en la escala filogenética, lo que suministra datos sobre las diversas aptitudes memorísticas.

### 1.6.- APORTACIONES A LA PSIQUIATRÍA BIOLÓGICA.

Aunque algunos autores han afirmado que la vinculación de Cajal con el mundo de la psiquiatría era demasiado pobre y sus conocimientos psiquiátricos sumamente escasos, sería importante tener en cuenta las palabras de Richard Jung: “Cajal, que no fue clínico ni médico práctico, ha contribuido más a la comprensión del sistema nervioso, y por tanto a la investigación fundamental de las enfermedades nerviosas, que muchos neurólogos y psiquiatras cuyas investigaciones se hicieron a la cabecera del paciente” (Jung, 1992, citado por López-Muñoz y cols., 2007)

Es tal la importancia de sus aportaciones (teoría neuronal, sinapsis, etc.), que como resaltan López-Muñoz y cols, (2008), sobre estos descubrimientos se pudieron plantear las primeras hipótesis etiopatogénicas de carácter neurobiológico de los trastornos mentales, teorías que, en gran medida, conservan su vigencia en la actualidad, como la hipótesis dopaminérgica de la esquizofrenia o la hipótesis monoaminérgica de los trastornos afectivos.

Siguiendo a López-Muñoz y cols. (2007) podemos resumir las aportaciones de Cajal a la psiquiatría biológica de la siguiente forma:

- Estudio experimental del hipnotismo y sus aplicaciones clínicas.
- Estudio de los fenómenos biológicos relacionados con el sueño y el ensueño (en cuya explicación neurofisiológica discrepaba con los postulados de Freud).
- Estudio de los mecanismos histofisiológicos de los procesos psíquicos superiores como pensamiento, inteligencia, memoria, percepción, etc.

### 1.7.- CRÍTICAS Y ERRORES.

A pesar del trabajo grandioso, en volumen y calidad, realizado por Cajal durante su vida, no estuvo exento de errores. Un ejemplo puntual lo podemos ver en el trabajo de López-Mascaraque (2006) sobre la vía olfatoria y la conexión interhemisférica de los elementos bulbares, donde recientes investigaciones han demostrado que Cajal estaba equivocado en su descripción.

Otro de los puntos de crítica y debate, sobrevuela nuevamente la teoría neuronal de Cajal después de más de cien años. Tiene que ver, obviamente, con su defensa de la teoría neuronal frente al reticularismo. Si bien Cajal dejó, como herencia, su última publicación sobre *¿Neuronismo o reticularismo?* de 1933, pensando que con ello quedaba zanjado el debate, las críticas y discusiones siguen en alguna medida en la actualidad. De hecho, De Felipe (2007b) habla del neoreticularismo, que proviene de una serie de investigaciones que determinaron que las sinapsis eléctricas podrían ser un desafío a la teoría neuronal, porque a lo largo del contacto sináptico existen uniones estrechas (*gap junctions*) que conectan el interior de las células adyacentes. Tales uniones estrechas están formadas por grupos de pares de canales llamados conexones que tienen un diámetro interior o poro de aproximación de 1,2 nm. Estos canales están formados por unas proteínas que en los vertebrados se denominan conexinas. De tal manera, que cuando las dos membranas plasmáticas se aproximan para formar una unión estrecha, los pares de conexones se sitúan uno frente a otro para formar canales que comunican directamente los citoplasmas de las células adyacentes.

Las sinapsis eléctricas se presentan en invertebrados y vertebrados, incluyendo los mamíferos y se ha demostrado que existen y que son importantes funcionalmente en diversas regiones del sistema nervioso de los mamíferos, incluyendo la neocorteza. Las sinapsis eléctricas facilitan la sincronización de la descarga entre poblaciones de neuronas y tienen una función importante en la generación y mantenimiento de la actividad rítmica (Ver DeFelipe, 2007b).

Finalmente, De Felipe (2007b) resalta que los numerosos estudios ultraestructurales de los últimos años del sistema nervioso, demuestran que la totalidad de la superficie de la inmensa mayoría de las neuronas, incluyendo las que establecen uniones estrechas, están separada entre sí por un espacio extracelular que es similar al de la hendidura sináptica de las sinapsis químicas.

Otros ejemplos, nos los ofrece Delgado-García, quién enumera algunos de los principales hallazgos experimentales que, de un modo u otro, atentan contra los principios fundamentales de la teoría cajaliana: “La presencia de sinapsis eléctricas, la acción de neuromoduladores que actúan en sitios muy distintos de la superficie neuronal, la propagación antidrómica del potencial de acción hasta el soma y las dendritas, la presencia de potenciales de acción en las dendritas, la irregular distribución de canales iónicos dependientes de voltaje a lo largo de la membrana neuronal e, incluso, la participación de las células gliales en los procesos de elaboración y transmisión de información nerviosa (Albright, 2000; Bennet, 2002; Bullock, 1956, 2005; Guillery, 2005). La propia definición de qué es dendrita y qué axón (Bodian, 1962) o la aceptación de elementos funcionales nerviosos no restringidos a la morfología neuronal, como por ejemplo la asociación de terminales sinápticos, de árboles dendríticos (sinapsis dentro-dendríticas) o de unidades funcionales multicelulares (Shepherd, 1972), se han aducido también como pruebas evidentes de las limitaciones que presenta la doctrina neuronal. Pero una cosa es acumular datos que contradicen en parte el concepto de neurona como unidad morfológica y funcional del tejido nervioso y otra más complicada es proponer una teoría que englobe tanto las propuestas seminales de Cajal y otros histólogos de finales del siglo XIX y principios del XX como los datos experimentales acumulados a lo largo de la última centuria” (Delgado-García, 2006, p.188).

## **2.- EL LEGADO DE PAVLOV.**

Asratján nos dejó esta descripción del legado científico de Pavlov como figura científica: “Pavlov fue un sabio multifacético. Su genio creador abarcó diversas ramas de la Fisiología: circulación sanguínea, digestión, secreción, actividad de los segmentos superiores del sistema nervioso central, regulación neurohumoral de las funciones del organismo, fisiología del trabajo, fisiología



comparada y una serie de cuestiones de Farmacología, Patología experimental y Terapéutica. Ahora bien, sus investigaciones más sistemáticas y sus trabajos más destacados se refieren a las tres primeras citadas secciones de la fisiología de los órganos de circulación sanguínea, la fisiología de las principales glándulas digestivas y la fisiología de los hemisferios cerebrales (Asratian, 1949).

Siguiendo esta línea planteada por Asratian, De la Casa y cols. (1997), recalcan, que si bien la obra de Pavlov al ofrecer un método que desvela los mecanismos por los que se establecían las asociaciones entre estímulos, le garantizó un lugar destacado en el desarrollo de la Psicología del siglo XX, su obra va mucho más allá de la mera aportación metodológica y abarca temas tan dispares como la psicopatología, el aprendizaje inteligente (que estudió en simios al final de su vida), desarrollo de una teoría sobre el lenguaje, la hipnosis, el sueño o la propuesta de una tipología de los temperamentos.



**Figura. 64. Pavlov trabajando en su laboratorio.**

Nuevamente en esta sección (como en la anterior) trataremos de hacer un resumen de las diversas aportaciones de Pavlov.

**2.1.- APORTACIONES A LA FISIOLOGÍA.**

- Fisiología de la circulación sanguínea.
- Fisiología de las principales glándulas digestivas y teoría de su funcionamiento como un fábrica (Todes, 2002).
- Sus aportaciones a la fisiología y comprensión de la actividad nerviosa superior. Como dice Grimsley y Windholz (2000), tal vez la investigación neurofisiológica actual sea muy crítica con las propuestas y explicaciones teóricas de Pavlov a este nivel, pero continúa teniendo un gran valor histórico. Sobre ello, volveremos en la sección de críticas y errores.
- Estudio de la regulación neurohumoral en las funciones del organismo (Asratian, 1949).

**2.2.- APORTACIONES A LA PSICOLOGÍA.**

- El estudio del reflejo condicional, mas tarde conocido como condicionamiento pavloviano y su caracterización, aportando al conocimiento de su adquisición (basada en la contigüidad temporal), la extinción, la generalización, discriminación, inhibición, condicionamiento de segundo orden, etc.
- El principio del condicionamiento pavloviano, condicionamiento clásico o fórmula E-R. Dicha fórmula constituyó la piedra angular de la psicología científica del siglo XX y encierra en sí misma un principio explicativo fundamental; que incluye la conducta global de los animales situados en los tramos inferiores de la escala evolutiva y parte de la conducta más vital de los animales superiores, incluso el hombre (Hebb, 1968).

- Su trabajo demarcó los pasos de la psicología científica en el siglo XX.
- Arrojó luz sobre los mecanismos del aprendizaje y de la formación de hábitos.
- Estimuló numerosas investigaciones acerca del problema de la motivación.
- Condujo a una ingeniosa teoría explicativa del antiquísimo problema del sueño.
- Pavlov y sus discípulos lograron producir “estados mentales” anormales en animales, afines a esos padecimientos tan comunes llamados neurosis, de los que muchos médicos y sociólogos piensan que son en parte un producto derivado de la intensa y compleja vida en nuestra civilización (Garret, 1958).
- Su filosofía positivista, es decir mecanicista y materialista ayudo a ubicar a la psicología como futura ciencia, alejándose del introspeccionismo.
- Pavlov estableció la relación entre método y teoría que sería el foco principal de los conductistas posteriores. Lo importante, es que Pavlov reconoció la necesidad de que teoría y experimento marchasen de la mano, cada uno contribuyendo al refinamiento progresivo del otro (Barratt, 1970).

### **2.3.- TÉCNICA Y METODOLOGÍA.**

- Dejó a un lado la extirpación como metodología principal fisiológica, para utilizar métodos menos agresivos y más refinados. Para investigar la actividad cortical superior utilizó el método del condicionamiento salival (Grimsley y Windholz, 2000).

- La técnica del condicionamiento, que en manos de los psicólogos se convirtió en uno de los más poderosos instrumentos de investigación (Barratt, 1970).
- La objetividad. Los experimentos llevados a cabo se restringían a lo observable, y se creaban para establecer relaciones funcionales entre dimensiones observables de respuestas y variaciones en las condiciones de estimulación (Barrat, 1970).
- Los experimentos de Pavlov subrayan la necesidad de controlar las condiciones experimentales (Barrat, 1970).
- A diferencia de la psicología mentalista, el objetivismo de Pavlov permitió un alto grado de cuantificación. Los procedimientos exactos y comunes de medida son un signo del estado de desarrollo de una ciencia (Barrat, 1970).

#### **2.4.- APORTACIONES A LA TERAPIA DE LA CONDUCTA.**

- Los estudios de Pavlov y su importante arsenal de datos experimentales sobre los procedimientos de condicionamiento y la producción y eliminación del comportamiento neurótico ofrecieron una base científica para el desarrollo de psicoterapias a mediados del siglo XX.
- Joseph Wolpe en la década de los 1950, basándose en los estudios de Pavlov y su método de contra-condicionamiento desarrolló una de las principales terapias de la conducta, la desensibilización sistemática. En ella se asociaba una respuesta incompatible con la ansiedad, como la relajación, con la presencia de los estímulos que producen ansiedad, con el fin de obligar que la respuesta de ansiedad ante tales estímulos, se debilite o sea finalmente eliminada (Wolpe y Plaud, 1997).

## **2.5.- APORTACIONES A LA TEORÍA DE LA PERSONALIDAD.**

- Con base en la teoría del equilibrio que desarrollo Pavlov (y a través de la cual postulo su modelo de tipos temperamentales) el Dr. Hans Eysenck, en la década de 1960, postuló su teoría de la personalidad, basada en dos ejes, el primero que abarcaba la introversión hasta la extroversión y el segundo que iba del neuroticismo hasta el psicoticismo (Wolpe y Plaud, 1997).

## **2.6.- APORTACIONES AL DESARROLLO DE MODELOS EXPERIMENTALES EN PSICOPATOLOGÍA.**

- Pavlov arguyó que los científicos se podrían adentrar en el conocimiento de la psicopatología humana gracias al estudio de los modelos animales. Su trabajo sobre las neurosis experimentales fue una importante base para el desarrollo de modelos animales de psicopatología y su estudio en décadas posteriores (Abramson y Seligman, 1983).
- Las ventajas de los modelos animales son varias: Puede conseguirse gran precisión en el control de variables experimentales, puede controlarse la historia genética y ambiental, se puede aislar una causa mediante la introducción sistemática de hechos traumáticos en la vida del sujeto y observar continuamente los síntomas comportamentales y fisiológicos (Abramson y Seligman, 1983).
- Pero también tienen desventajas: Es muy difícil demostrar que una alteración de laboratorio es similar a una psicopatología de aparición natural, cuando la primera se produce en una especie y la última se aprecia en otra. Otra desventaja, es que algunas patologías y síntomas puede que no tengan correspondencia en la replicación con animales (Abramson y Seligman 1983).

## 2.7.- CRÍTICAS Y ERRORES.

La teoría de Pavlov omitió fenómenos como el pensamiento, el discernimiento o la expectación y se centró en la objetividad del estudio de las conductas reflejas. Bajo nuestra perspectiva actual la consideraríamos inadecuada, sin embargo, en su momento histórico constituyó una valiosísima adquisición, ya que explicó mucho de lo no explicado hasta entonces, y aún más interesante, condujo a nuevos e importantes problemas experimentales.

El modelo que nos ofreció Pavlov del cerebro es muy poco propicio para explicar la actividad central procesadora de información, requerida por las modernas posturas cognitivas, basadas en los modelos de ordenador o de procesamiento en paralelo de las redes neurales artificiales. El cerebro era para Pavlov una compleja estación de enganche, que trabaja como una central telefónica en la que la relación entre estímulos y respuestas tiene tan sólo los límites que imponen las condiciones descubiertas por Pavlov para la formación de los reflejos condicionales, y en las que tales conexiones tienen tan sólo un carácter temporal. Además, la actividad nerviosa superior es explicada por los hipotéticos procesos cerebrales de índole puramente fisiológica: inhibición, excitación y desinhibición y sus leyes (inducción, irradiación y concentración) (García-Vega, 1993, p. 345)

Por otro lado, la neurociencia moderna ha dejado en el pasado las hipótesis y teorías de Pavlov para explicar el funcionamiento del sistema nervioso central y especialmente de la corteza cerebral, o como él la llamaba, la actividad nerviosa superior. De hecho, como destaca Boakes (1989), la fisiología de los años veinte del siglo pasado se vio poco afectada por los trabajos de Pavlov, ya que los procesos que éste invocaba para explicar el condicionamiento, las neurosis o las diferencias de personalidad, tenían poco sentido para los fisiólogos de esa época. "Para ser una persona dedicada a comprender el cerebro, Pavlov permaneció singularmente desinteresado por su anatomía o por los cambios fundamentales de la neurociencia que comenzaron cuando él iniciaba el estudio del condicionamiento; es decir, la aceptación general de que el sistema nervioso se compone de células nerviosas individuales separadas por sinapsis, y que la acción nerviosa consiste en la transmisión a lo largo de los axones de las células nerviosas de breves estados

de despolarización de la membrana celular, o «picos», que producen interacciones en las uniones sinápticas. Era difícil interpretar las referencias de Pavlov a «olas» de excitación o inhibición, a sistemas nerviosos «débiles», o a la producción de neurosis debido al «choque de los procesos nerviosos antagónicos», en términos de las ideas contemporáneas sobre el sistema nervioso” (Boakes, 1989, p. 244-245). Como vemos, esas nuevas ideas del sistema nervioso se basaban en el trabajo de Cajal y la comprensión que nos brindó del mismo, que desgraciadamente Pavlov no conoció.

Si bien su estrategia de concentrarse casi exclusivamente en la medida de la salivación durante más de treinta años, le proporcionó en muchos sentidos excelentes resultados, que le han hecho destacar como una de las figuras más importantes de la ciencia de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, esta estrategia no fue suficiente para convencer a los neurofisiólogos de la importancia de sus ideas. Pavlov necesitaba ponerlas a prueba con una gama de conductas más amplia, además de ser receptivo a las novedosas teorías sobre el sistema nervioso que se estaban desarrollando en Europa, por ejemplo, alrededor de la obra de Cajal o de Sherrington. Desgraciadamente, Pavlov no destacó en el desarrollo de un sistema explícito y coherente a nivel teórico, sustentado, por ejemplo en la teoría neuronal. Pero como recalca Boakes (1989) y Todes (2000), Pavlov destacaba en su capacidad técnica y en su capacidad para intuir cuales eran las cuestiones importantes y como abordarlas experimentalmente, capacidades que sin lugar a dudas son muy importantes y que le permitieron producir su fructífero trabajo.

En cuanto a las neurosis experimentales en perros y su intento de explicar las psicopatologías humanas han existido muchas críticas. Por ejemplo: “La analogía entre la conducta maladaptativa de los perros de Pavlov y la neurosis humana, nos parece el punto más débil de su tentativa. Fracasó en demostrar la similitud entre el fenómeno de laboratorio y la neurosis humana natural. En general, Pavlov estaba preocupado sólo con las similitudes más burdas entre los «síntomas» obtenidos en el laboratorio y los síntomas observados en la clínica. Con la excepción de su trabajo sobre la esquizofrenia (Pavlov, 1941), puso poco interés en introducir sujetos clínicos en el laboratorio para estudios de semejanza. Además,

Pavlov, a menudo, efectuó afirmaciones muy específicas sobre qué formas de neurosis había producido en sus perros. Supuestamente algunos perros desarrollaron neurastenia, un síndrome caracterizado por dolores imprecisos y fatiga, mientras que otros llegaron a ser compulsivos. Tales afirmaciones fueron prematuras, dada la ausencia de una irrefutable evidencia que indicara que las alteraciones conductuales de sus perros modelasen cualquier neurosis humana. Quizás Pavlov modeló en el laboratorio características generales de la psicopatología más que alteraciones específicas. La fuerza de los modelos animales de neurosis creados por Pavlov estaría aumentada si se demostraran unos paralelismos más estrechos entre los síntomas presentados, y aquellas situaciones que producen las neurosis humanas contuviesen elementos importantes para la producción de las neurosis animales” (Abramson y Seligman 1983, p. 14).

Otras críticas al respecto provienen de Boakes (1989). En diversos experimentos en el laboratorio de Pavlov, los perros sometidos a la misma situación experimental reaccionaban de forma distinta. Esta variabilidad es muy común en situaciones experimentales. Dos o tres décadas después de Pavlov, los investigadores la enfrentaban con diseños experimentales en los que los grupos de animales podían compararse con grupos de control adecuados para aislar las causas de la variabilidad. Como especifica Boakes (1989), Pavlov empleó este método muy rara vez y solamente hacia el final de su vida, cuando realizó experimentos con ratones para poner a prueba la herencia de los reflejos condicionales.

Para explicar la variabilidad, Pavlov apelaba a posibles diferencias de temperamento y disposiciones heredadas de los sujetos experimentales. “Años más tarde, una de las cosas que hacía con mayor entusiasmo era distinguir distintos «tipos» de perros de manera sistemática” (Boakes, 1989, p. 240).

Por otro lado, y siguiendo con las críticas que plantea Boakes (1989), Pavlov, frecuentemente solía usar una serie de tratamientos farmacológicos con bromuro para devolver los perros a la normalidad. No obstante, las pruebas que apoyan ese tratamiento eran pocas y poco sistemáticas. El estado anormal de un



perro podría deberse a muchas razones además de las que refería Pavlov, es decir, el sometimiento de un tipo de sistema nervioso a un procedimiento experimental especial. Asimismo, la recuperación del perro con la aplicación de bromuro, cuando no hay una comparación sistemática con las tasas de recuperación cuando no se administra bromuro, deja bastantes dudas al respecto.

No obstante, la importancia del trabajo de Pavlov es inmensa y como destaca Gutiérrez (2005), su aporte en cuanto al reflejo condicional o condicionamiento pavloviano ha servido para impulsar la investigación durante los últimos cien años, en al menos tres temas que siguen vigentes:

1. Los mecanismos del condicionamiento pavloviano. ¿Cómo se forma la asociación entre el estímulo incondicional y condicional? ¿Qué hace efectivos al estímulo incondicional y condicional? ¿Qué determina la naturaleza de la respuesta condicionada?
2. El trabajo creciente en los mecanismos fisiológicos del condicionamiento pavloviano. Con el gran desarrollo de las neurociencias, el interés por descubrir los mecanismos del aprendizaje ha dedicado gran atención al condicionamiento clásico o pavloviano para determinar sus mecanismos moleculares, celulares y sistémicos.
3. El valor funcional del aprendizaje y del condicionamiento pavloviano. No es suficiente especular acerca del valor funcional de la conducta, sino que dicho valor debe ser demostrado en términos de adaptación y aptitud reproductiva.

Con respecto al punto 2 anterior, tenemos un ejemplo evidente del impulso que las investigaciones originales y clásicas de Pavlov y de Cajal han ofrecido para otros investigadores: El Dr. Eric Kandel, Premio Nobel de Fisiología o Medicina del año 2000, quién en sus memorias habla de Pavlov y Cajal como quienes dirigieron e inspiraron su investigación. Entre las décadas el 60 al 90 del siglo pasado, Kandel y sus colaboradores enfrentaron el estudio del mecanismo celular del aprendizaje y

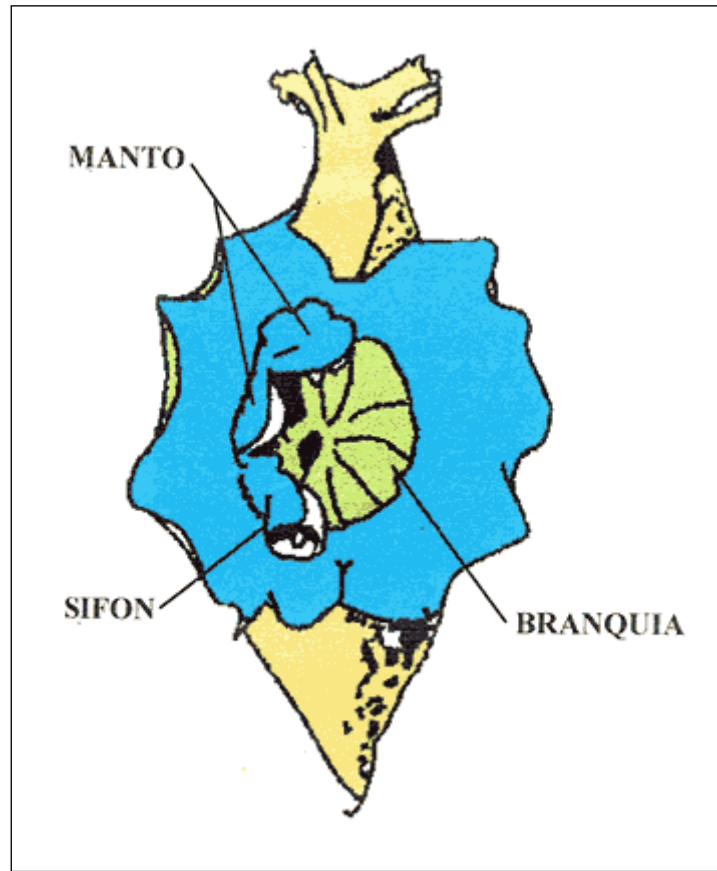
la memoria utilizando como animal experimental el caracol marino *Aplysia* (Campos-Bueno; Martín-Araguz, 2012).

### **3. EL MODELO DE APLYSIA DE KANDEL. INVESTIGACIÓN INSPIRADA EN LOS TRABAJOS DE CAJAL Y PAVLOV.**

Basándose en el principio de plasticidad enunciado por Cajal, así como en el principio de especificidad de las conexiones, según el cual durante el desarrollo una neurona forma conexiones con determinadas células y con otras no, Kandel vio en el circuito celular del *Aplysia* una regularidad notable de conexiones. Su siguiente paso era poder modificar ese sistema gracias a nuevas conexiones provenientes del aprendizaje y sobre todo dilucidar como se conservaba esa información aprendida en el sistema nervioso (Campos-Bueno; Martín-Araguz, 2012).

Por otro lado, Kandel se inspiró en los protocolos y modelos experimentales diseñados por Pavlov, para el diseño que iba a aplicar en *Aplysia*. Así, basándose en las ideas de Pavlov y Cajal, Kandel desarrolló una excelente investigación sobre las bases biológicas del aprendizaje y la memoria (Campos-Bueno y Martín-Araguz, 2012). A continuación ofrecemos un corto resumen del modelo de Kandel y sus hallazgos en el estudio del condicionamiento pavloviano en *Aplysia*.

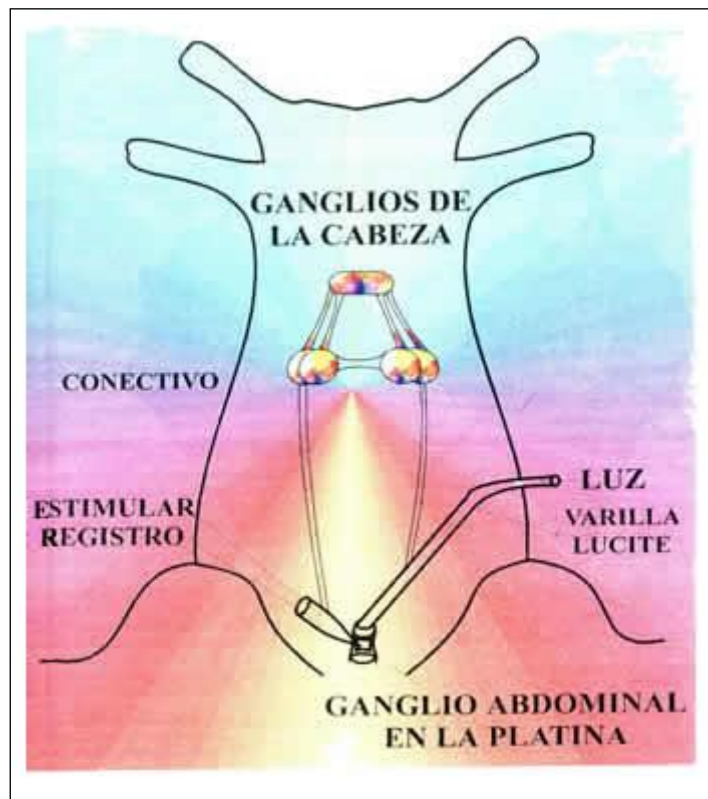
*Aplysia* es un caracol marino que se alimenta de algas que se encuentran en las playas. Puede alcanzar hasta 1 Kg. de peso y 1 metro de longitud. *Aplysia*, un opistobranquio, difiere de los caracoles pulmonados más conocidos en que sólo tiene una pequeña concha residual; como algunos otros moluscos marinos, tales como el calamar y el pulpo, *Aplysia* suelta una brillante tinta escarlata cuando se le molesta demasiado (Kandel, 1979a; Bailey y Kandel, 1986) (Figura 65).



**Figura 65.- Representación esquemática del caracol marino *Aplysia* (Rozo y cols., 2005).**

El sistema nervioso de los moluscos gasterópodos marinos es particularmente adecuado para el estudio experimental porque contiene células inusualmente grandes: “las células mayores son gigantescas, de hasta 1 mm. de diámetro. Muchas de dichas células nerviosas son invariables y pueden identificarse como individuos únicos en cada miembro de la especie. Como resultado de ello puede dárseles nombres específicos, por ejemplo, R2 y L7” (Tomado de Bailey y Kandel, 1986 p. 147) (ver figura 66). Es importante recordar que la estrategia de trabajo con sistemas nerviosos compuestos por grandes células nerviosas ha ofrecido importantes avances en el conocimiento, tales como las investigaciones pioneras que se adelantaron en los axones gigantes del calamar, por medio de las cuales se estudió el mecanismo químico y biofísico de la sinapsis que hoy conocemos (Keynes, 1979).





**Figura 67.- Ganglios nerviosos de Aplysia (Rozo y cols., 2005).**

Aplysia presenta un reflejo de huida, que aparece cuando se le estimula el sifón (estructura que evacua el agua); el sifón y la branquia se retraen; lo mismo sucede si se estimula la cola del animal; sin embargo, se ha podido demostrar que después de varias estimulaciones, estos reflejos de retirada disminuyen (habitución); pero si el estímulo aplicado al sifón es precedido por una estimulación a la cola y se repite este entrenamiento, entonces aparece el mismo fenómeno descrito por Pavlov en sus perros: la respuesta refleja que aparece es significativamente mayor; a este fenómeno se le denomina sensibilización (Rojas y Eguibar, 2001).

Para Kandel, el aprendizaje es un proceso en virtud del cual adquirimos nuevos conocimientos, y debe ser expresado como un cambio en la función de la célula nerviosa; mientras que la memoria debe ser entendida como el proceso por medio del cual retenemos esos conocimientos a lo largo del tiempo (Kandel y Hawkins, 1992; Bailey y Kandel, 1986).

Los mecanismos del aprendizaje y la memoria al parecer parten de un modelo compuesto de elementos básicos, que a medida que evoluciona y se complejiza (por ejemplo del aprendizaje no asociativo -habitación y sensibilización- al asociativo –condicionamiento pavloviano-), debe ir incrementando el número de elementos y conexiones que forman el modelo.

Al iniciar el estudio del aprendizaje asociativo por medio del condicionamiento pavloviano, parecía que la premisa sigue siendo verdadera, ya que tanto en la sensibilización como en el condicionamiento pavloviano, la respuesta refleja ante un estímulo se refuerza como resultado de la activación de otra vía.

La sensibilización difiere del condicionamiento pavloviano en que no es asociativa, el estímulo sensibilizador se muestra eficaz al reforzar la respuesta refleja, esté o no apareado en el tiempo con el estímulo reflejo.

Y es precisamente aquí, en el emparejamiento temporal de dos estímulos (condicionamiento pavloviano) o de un estímulo y una respuesta (condicionamiento operante), donde el aprendizaje se complejiza y requiere de nuevos elementos que lo expliquen. El emparejamiento temporal de estímulos, hace que el animal aprenda a esperar una relación específica entre los mismos. El reflejo de retracción de la branquia y el sifón nos sirve para observar los cambios bioquímicos y biofísicos que implica el condicionamiento pavloviano.

Con fines prácticos e ilustrativos, vamos a adoptar el esquema que siguió Alkon (1983) para estudiar el condicionamiento a partir de tres niveles:

1. Neuroanatómico: Determinando en qué neuronas se registraban cambios en la señal y en cuáles se mantenía dicho cambio, identificando así los substratos de la adquisición y la retención del comportamiento aprendido.
2. Biofísico: Identificando los cambios críticos de corrientes de iones a nivel de membrana celular.

3. Bioquímico: Identificando las reacciones químicas que controlan el flujo de iones.

### 3.1.- NIVEL NEUROANATÓMICO.

Antes de iniciar los estudios del condicionamiento pavloviano, Kandel llevó a cabo un mapeo de las células implicadas en el reflejo de retracción de la branquia. Existen seis células motoras en la branquia, que reciben información de la piel del sifón por medio de 24 neuronas sensoriales y varias interneuronas. Las células y las conexiones son invariables. La estimulación de la piel activa las neuronas sensoriales que llevan a cabo conexiones directas con las neuronas intermedias y las células motoras; las células motoras se conectan con el músculo, causando la contracción (Bailey y Kandel, 1986) (ver Figura 68).

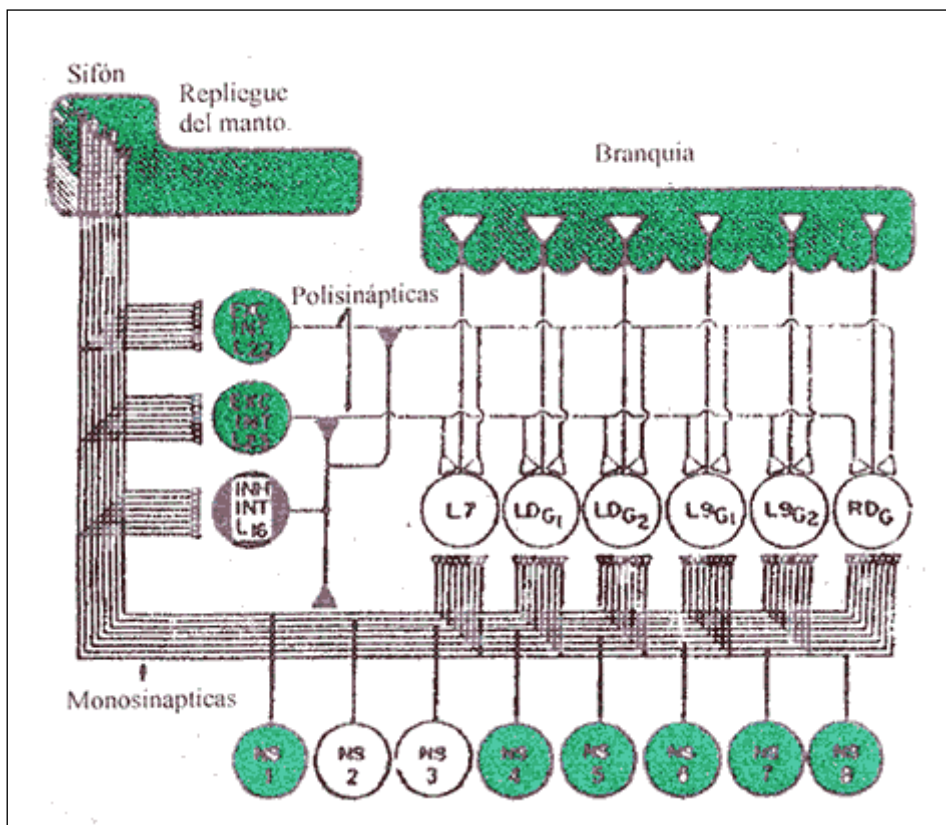


Figura 68.- Neuronas Identificadas que median el reflejo de retracción de la branquia en *Aplysia* (Rozo y cols., 2005).

Utilizando este reflejo, se ha hecho la preparación básica de Carew y cols. (Gutiérrez, 1992; 1994) para el condicionamiento pavloviano de la siguiente forma: “se utilizó una estimulación breve y débil del sifón como estímulo condicional (EC), que produjo una pequeña retirada del sifón. Como estímulo incondicional (EI) se presentó un choque eléctrico fuerte y corto en la cola, produciendo una retirada del sifón. El intervalo entre ensayos fue de 5 min. Después de 15 presentaciones EC-EI, la respuesta de retirada del sifón frente al EC fue mayor que aquella producida por el EI sólo (control de sensibilización), o presentaciones de EC-EI no pareadas, no explícitas y pareadas al azar” (Gutiérrez, 1994 p. 10).

Posteriormente, Carew, Hawkins y Kandel (1983) avanzaron con una nueva e interesante preparación del condicionamiento pavloviano, en donde el mismo sujeto experimental sirve como sujeto control. Este arreglo se ha llamado condicionamiento diferencial, en donde los estímulos que se aplican en dos sitios diferentes sobre la piel del manto (uno en el manto mismo y otro en el sifón) son usados como estímulos discriminativos. Esto gracias a que el sifón y el repliegue del manto están inervados por diferentes poblaciones de neuronas sensoriales: El grupo LE inerva el sifón y el grupo RE inerva el repliegue del manto. Así pues, cada vía puede ser activada independientemente para servir de EC (Bailey y Kandel, 1986) (Ver Figuras 69 y 70).

El condicionamiento pavloviano se da así (Kandel y Hawkins, 1992):

1. Como EI está la sacudida de la cola que genera el reflejo branquial de contracción.
2. Como EC una débil estimulación del sifón.
3. Como EC control una débil estimulación del manto no asociada a la sacudida de la cola (EI). El condicionamiento diferencial puede ser adquirido en un único ensayo, siendo retenido durante más de 24 horas, e incrementada su fuerza a medida que aumentan los ensayos (Carew y cols., 1983).



Mediante el hallazgo de que dos estímulos de aferencia independiente, que activan un grupo común de interneuronas y motoneuronas pueden ser condicionados diferencialmente, se restringe el posible 'locus' (lugar) celular que está envuelto en el aprendizaje asociativo.

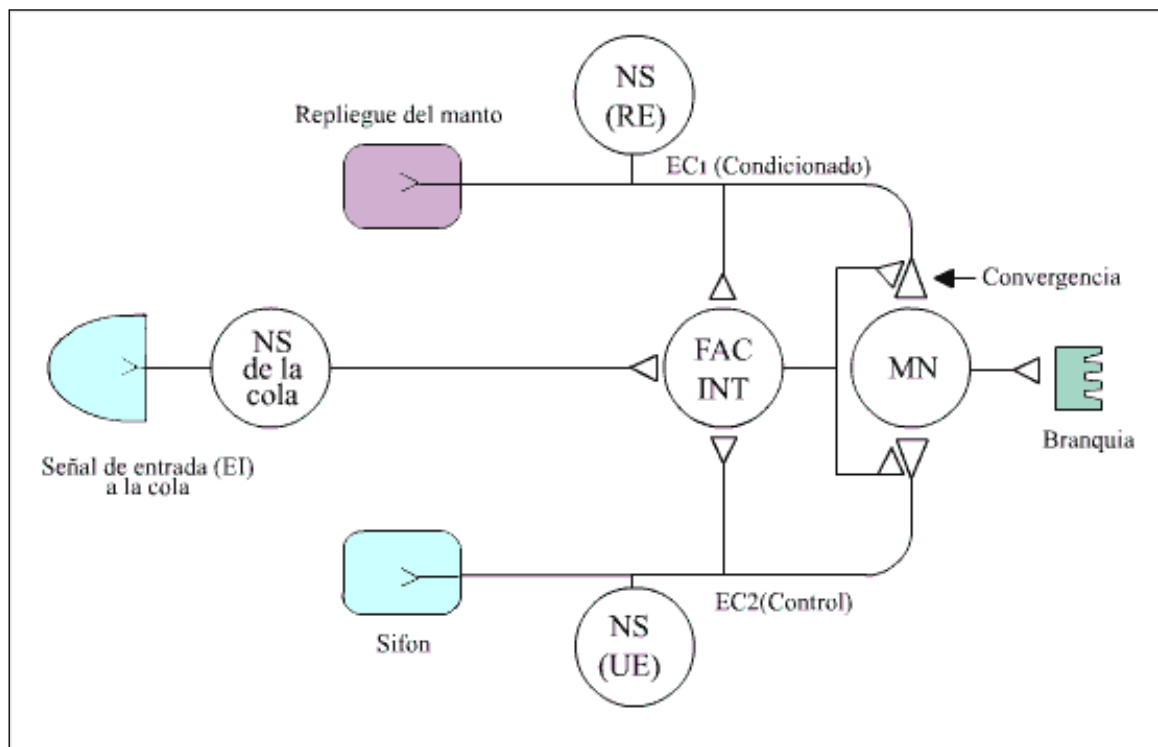


Figura 69.- Diseño experimental del condicionamiento diferencial (Rozo y cols., 2005)

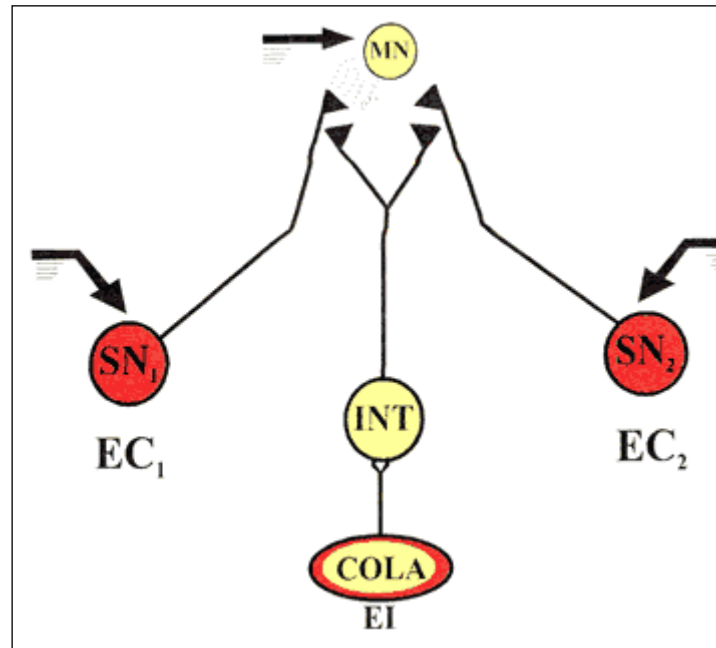


Figura 70.- Representación esquemática del condicionamiento pavloviano en *Aplysia* (Rozo y cols., 2005).

### 3.2.- NIVEL BIOFÍSICO Y BIOQUÍMICO.

#### 3.2.1.- MODELO MOLECULAR DEL CONDICIONAMIENTO PAVLOVIANO A CORTO PLAZO.

Para explicar dicho modelo, Hawkins y cols. (1983) realizaron un entrenamiento análogo al condicionamiento diferencial pero utilizando la facilitación diferencial del Potencial Postsináptico Excitador (EPSP) en el reflejo de retracción de la bránquia. En este caso, el choque en la cola (EI) produce una gran facilitación de los EPSP monosinápticos desde la neurona sensorial del sifón a la neurona motora del mismo, únicamente si el choque es precedido por la actividad en la neurona sensorial. En caso de que el choque y la actividad de la neurona sensorial ocurran bajo un patrón de no-pareamiento o si el choque se presenta sólo, no se produce la facilitación y por tanto, tampoco el condicionamiento pavloviano (Rozo y cols., 2005).

Esto nos permite volver al proceso de la sensibilización, y encontrar que el mecanismo adicional del aprendizaje asociativo es la especificidad temporal. Por tanto, el mecanismo básico común al aprendizaje asociativo y no asociativo, podría ser un aumento mediado por el AMPc de la liberación de transmisor. Pero ¿Cómo explicar el mecanismo adicional de especificidad temporal?

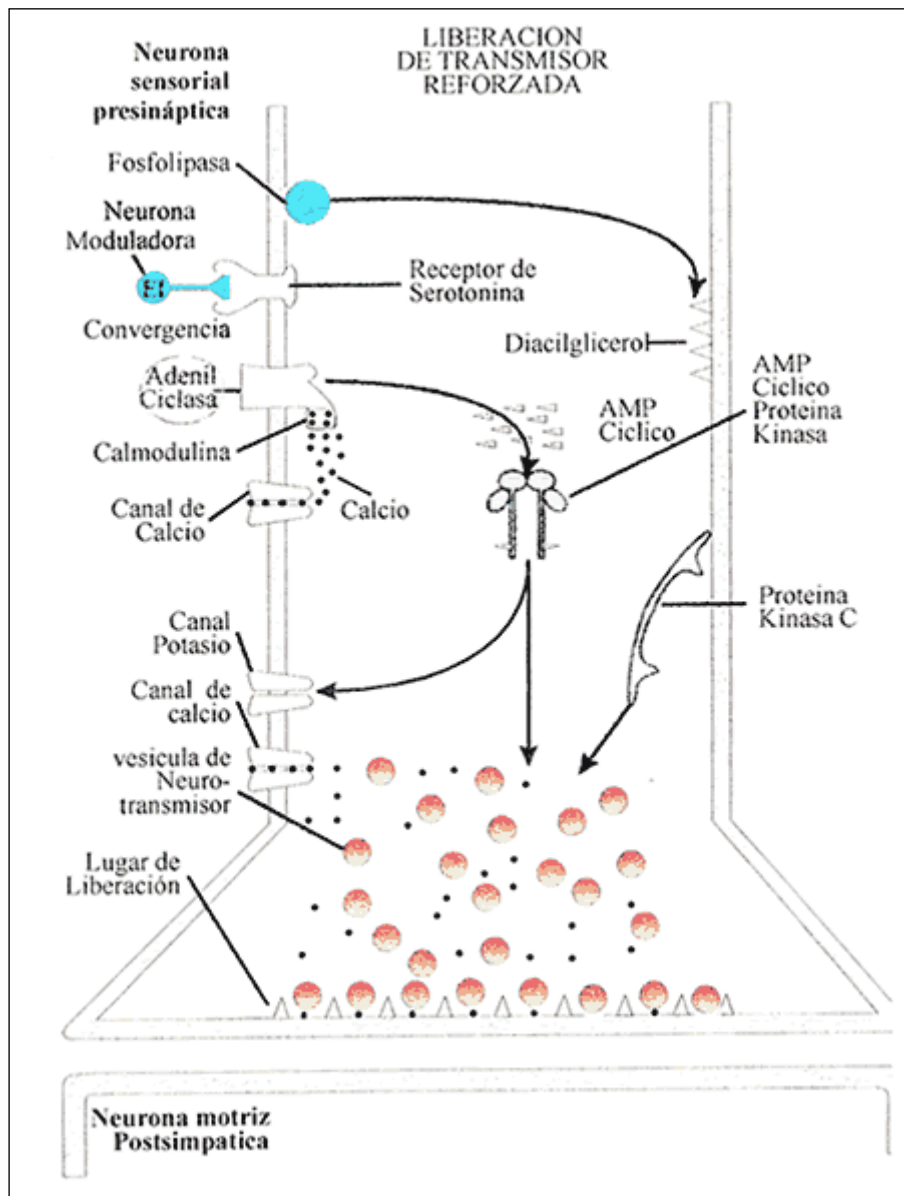
Hawkins (1982, citado por Bailey y Kandel 1986) comprobó un mecanismo de convergencia intracelular en un proceso que ha sido denominado facilitación sináptica dependiente de la actividad y temporalmente específica.

Por un lado, el mecanismo de convergencia intracelular se refiere a que la especificidad temporal resulta de la convergencia de estímulos en la neurona sensorial (que transporta al EC), con la actividad procedente de la interneurona (de función moduladora como en la sensibilización) la cual facilita presinápticamente a la neurona sensorial y transporta la señal del EI.

Por otro lado, este proceso de facilitación sináptica dependiente de la actividad se denomina así debido a que los potenciales de acción de la neurona sensorial deben preceder a la actividad en la vía del EI. De otra, forma la neurona sensorial no libera altas cantidades de transmisor, deprimiéndose la vía.

Conclusión, el mecanismo básico del condicionamiento pavloviano del reflejo, está en la elaboración de la facilitación presináptica. En donde el EI está representado por las neuronas moduladoras y el EC por las neuronas sensoriales. Con estos elementos ya es posible abordar los cambios biofísicos y bioquímicos de la facilitación presináptica del CC (Kandel y Hawkins, 1992) (ver Figura 71):

1. Las neuronas moduladoras, en respuesta al golpe en la cola, secretan serotonina (primer mensajero).
2. El receptor de serotonina activa a la adenilato ciclasa (enzima),
3. que convierte el ATP en AMPc (segundo mensajero),



**Figura 71.- Modelo bioquímico y biofísico del condicionamiento pavloviano en Aplysia (Rozo y cols., 2005).**

4. activando la quinasa (enzima),
5. que fosforila las proteínas de los canales de potasio,

6. lo que repolariza el membrana y deja así que los canales de calcio sean activados durante períodos más largos,
7. de forma que entra más calcio en la terminal presináptica y
8. el calcio hace que se liberen más neurotransmisor.

Paralelo al paso 4 encontramos un mecanismo, que podríamos llamar de 'refuerzo', que consiste en que la quinasa a la par de su primera función (paso 5), hace que la serotonina movilice vesículas de neurotransmisor (Nt) para que pasen al punto de liberación. Esta acción es independiente del aumento del flujo de calcio que va entrando.

Hasta ahora sólo hemos visto el mecanismo que comunica la vía del EI (neurona moduladora) con la neurona sensorial, pero no debemos olvidar que para que se dé el condicionamiento pavloviano es necesario que el EC active primero la neurona sensorial que el EI.

Si el EC llega primero a la neurona sensorial, la despolariza, generando potenciales de acción que inmediatamente antes del EI intensifican la acción de la serotonina, mediante el siguiente mecanismo:

1. Los potenciales de acción permiten que entre el calcio al interior de la neurona sensorial.
2. El calcio se enlaza con la calmodulina.
3. La calmodulina es una proteína que redobla la activación de la enzima adenil ciclasa por la serotonina (Nt del EI, paso 2. del anterior esquema).

4. La molécula calcio-calmodulina se enlaza con la adenilato ciclasa y entonces la enzima genera más AMPc (continuando los pasos ya descritos en el anterior esquema).

Con esto, ahora sí podemos concluir que la adenilato ciclasa es un punto importante de convergencia para los EC y EI. El EC se representa con la señal del calcio y el EI con la serotonina. Actuando ambos sobre la misma enzima: La adenilato ciclasa (ver Figura 71). Por otro lado, el intervalo de tiempo entre los estímulos de 0.5 s. que Kandel y Hawkins (1992) determinaron como el tiempo justo y apropiado para que se diera el CC, se explicaría como el intervalo durante el cual crece la concentración de calcio en el terminal presináptico y se une a la calmodulina, forzando a la adenilato ciclasa a producir más AMPc en respuesta a la serotonina (Rozo y cols., 2005).

Pero lo más interesante de tales investigaciones, es que gradualmente, se presenta un cambio estructural drástico en el número de conexiones entre las células sensoriales y motoras gracias a la modulación de una serie de proteínas que actúan al nivel de ADN de la célula sensorial, que afectan entre otros las proteínas de adhesión neuronal así como los diversos factores de crecimiento nervioso. Todo lo anterior permite reestructurar el número de conexiones entre las células, aumentando la eficacia de la transmisión de la información (Rojas y Eguibar, 2001).

#### **4.- ¿SON COMPLEMENTARIOS LOS TRABAJOS DE CAJAL Y PAVLOV?**

Estos hallazgos, nos muestran un sistema nervioso que no es estático e inmutable, sino altamente modificable, plástico, como lo imaginarán Cajal y Pavlov hace más de un siglo. No deja de ser significativo que el trabajo de dos grandes investigadores que recibieron el Nobel a principios del siglo pasado, haya servido de inspiración para un Nobel del siglo XXI, que conjugando metodología y principios teóricos, ha logrado desvelar nuevos fundamentos que explican a nivel molecular (desde el neuroanatómico al bioquímico) fenómenos como el aprendizaje y la memoria.

Cuando analizamos los trabajos que se han escrito sobre Cajal y Pavlov, vemos, en primer lugar, que no son muchos y segundo, que en su mayoría se centran en el Congreso de Madrid de 1903, de gran importancia como ya observamos en el capítulo anterior. Pero sólo hemos encontrado un trabajo, que se centrará en analizar y comparar las aportaciones teóricas de Cajal y Pavlov. Es un artículo escrito por Wallon en 1963, llamado *De Ramón y Cajal a Pavlov*. En este trabajo Wallon concluye que las obras de Cajal y Pavlov, aunque con objetos y métodos totalmente diferentes, confluyen para hacer posible una psicología que da cuenta de la constancia y la movilidad de lo real.

Cajal aporta la identificación definitiva de la neurona y su estructura esencial como elementos fundamentales del sistema nervioso, que se convierten en el hogar de la actividad nerviosa y la transmiten a otras células a través de la sinapsis. “De los trabajos de Cajal se puede deducir que estas conexiones son diversificables y no fijas para siempre. Ellas son entre las neuronas puros contactos, y un contacto se puede modificar de muchas maneras, según las circunstancias y las necesidades... De esta manera queda mejor asegurada la flexibilidad de la función... La estructura neurónica del sistema nervioso, con sus innumerables combinaciones posibles, puede constituir el órgano de los enlaces o bien asociaciones más diversas y variables (Wallon, 1963, p. 846).

Para Wallon, las investigaciones de Pavlov están directamente consagradas a determinar las leyes de formación de esas fluctuaciones, de esas asociaciones del fenómeno del aprendizaje. Pavlov no desconoce el papel de la célula nerviosa, a la que le reconoce autonomía y el papel de inhibirse para evitar el agotamiento, donde el sueño no sería más que la suma de las inhibiciones que se extienden a todas las células de los grandes hemisferios. Según Wallon (1963), Cajal individualiza las neuronas anatómicamente y Pavlov las individualiza funcionalmente. Desde el punto de vista puramente fisiológico y mecanicista de Pavlov, se observa una teoría tan dinámica como la de Cajal, donde la estructura del aparato nervioso, hace posible una diversidad ilimitada de combinaciones posibles. Ese dinamismo se expresa en el reflejo condicional y Pavlov y su equipo se dedican a descubrir las leyes que lo gobiernan.

Wallon finaliza diciendo que las investigaciones de Cajal se consagraron exclusivamente a las estructuras del sistema nervioso mostrando la disponibilidad para los circuitos más diversos, mientras que Pavlov se atiene al estudio de los enlaces susceptibles de obtenerse a partir de cualquier excitación sensorial. Para Wallon, “hay algo de complementario entre sus trabajos que demuestran, tanto en el plano anatómico como en el plano psicofisiológico, la ausencia de límites en la utilización de las funciones” (Wallon, 1963, p. 848).

Ciertamente los trabajos de Cajal y Pavlov pueden verse como complementarios. Es una pena que estos personajes no interactuaran directamente en su época, estudiando mutuamente sus teorías y experimentos. Como vimos en las críticas de Boakes al trabajo de Pavlov, desgraciadamente éste no se interesó por los conocimientos de vanguardia sobre la estructura del sistema nervioso y específicamente los aportaciones de Cajal y su teoría neuronal. Esto le hubiera dado más fundamento para el desarrollo de sus teorías. No deja de ser irónico que Pavlov, como fisiólogo, haya terminado siendo más importante para la psicología de la época que para la fisiología.

Como recalca López-Piñero, los trabajos de Pavlov pasaron a convertirse en la doctrina “oficial” del mundo académico norteamericano con la propuesta del conductismo de Watson en 1914, “planteamiento positivista radical para “liberar” a la psicología de su tradición filosófica. Conviene recordar que Watson no conoció hasta el segundo decenio del siglo XX las investigaciones de Pavlov,... aunque no supo asimilar de forma rigurosa las contribuciones neurofisiológicas, igual que hizo después la mayoría de sus seguidores” (López-Piñero, 2004, p.10).

Por otro lado, Cajal trabajó muy poco el tema de la inhibición en el sistema nervioso, un tema fundamental para Pavlov, sobre el cual pivotan muchas de sus explicaciones para diferentes fenómenos comportamentales, patológicos y no patológicos.

Realmente Pavlov, trabajó más a nivel comportamental y elucubró su teoría sobre la actividad nerviosa superior, infiriendo del comportamiento de los animales



posibles principios fisiológicos que los explicarán. Irónicamente, Cajal, como histólogo terminó aportando a la fisiología importantísimas hipótesis de cómo funcionaba el sistema nervioso y como se podía explicar el comportamiento.

Como decíamos, desgraciadamente no hubo interacción de estos dos autores en su época, seguramente si hubieran conocido sus mutuos trabajos, la historia podría haber sido diferente y se podría haber adelantado mucho en el conocimiento de las bases biológicas de la conducta. Pero gracias a Kandel, después de muchos años, estos niveles de conocimiento diferentes se han podido conjugar, para abordar desde el nivel molecular (neuroanatómico, biofísico, bioquímico e incluso genético) y el nivel comportamental como se desarrolla el proceso de aprendizaje del condicionamiento pavloviano y el almacenamiento en la memoria del mismo.

## **VIII.- CAPITULO 6.**

**EL RECONOCIMIENTO INTERNACIONAL.**

**EL PREMIO NOBEL. TIEMPOS FINALES.**



## VIII.- CAPITULO 6. EL RECONOCIMIENTO INTERNACIONAL. EL PREMIO NOBEL. TIEMPOS FINALES.

### 1.- CAJAL Y EL PREMIO NOBEL.

Como dice el mismo Cajal en sus *Recuerdos* (1923/1981), cuando se enteró del honor de recibir el Premio Nobel, sintió más miedo que alegría. Se preguntaba ¿cómo tomarían sus contradictores extranjeros el que le dieran tal premio? o ¿qué dirían de él los investigadores cuyos errores había puesto en evidencia? Y sus recelos de una u otra forma estaban justificados.

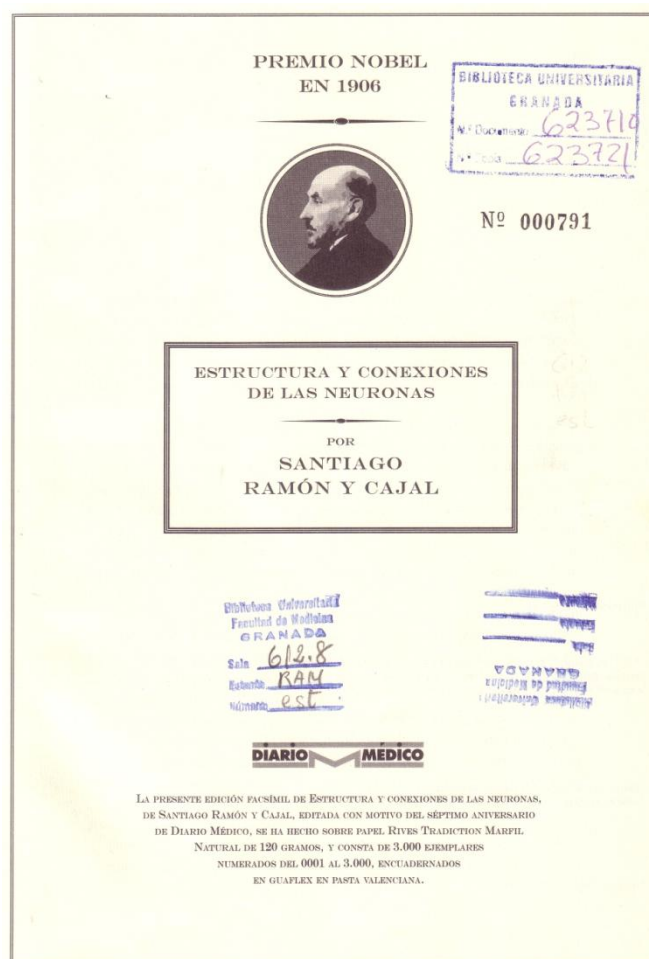


Figura 72.-Portada de la traducción de la Conferencia del Premio Nobel de Cajal (Cajal 1906/1999).

Era el primer científico español en recibir el Premio Nobel de Fisiología o Medicina (que compartió con el italiano Camilo Golgi). Y como decía el mismo Cajal (1923/1981), él y Golgi eran como dos hermanos siameses unidos por la espalda y mirando en sentido contrario. De forma que el acontecimiento no estuvo exento de controversia, la cual ha consumido mucha tinta en los últimos años (ver Jones, 1999; 2010; Armocida y Zanobio, 2006; López-Muñoz y cols., 2006; Mazzarello, 2007; Fishman, 2007; Grant, 2007; De Carlos y Borrell, 2007).



**Figura 73.- Portada original del Discurso en Francés de Cajal al recibir el Premio Nobel (Cajal 1906/1999).**

En la Conferencia que impartió Cajal al recibir el premio, el 12 de diciembre de 1906, expuso lo más esencial de su labor en los últimos años, defendiendo los hallazgos que confirmaban la teoría neuronal, remitiéndose solamente a los hechos y deducciones logradas de los mismos. El discurso lo acompañó de un gran número

de cuadros policromados de grandes dimensiones donde mostraba gráficamente sus hallazgos a los profanos.

En su conferencia, como era de esperar, elogió el trabajo de Golgi, al ofrecer al mundo la técnica con la que tantos logros obtuvo Cajal. “Siempre le rendí el tributo de mi admiración, y en todos mis libros pueden leerse entusiastas encomios de las iniciativas del sabio de Pavía. Tenía pues, derecho a esperar de él un tratamiento igualmente amistoso de su discurso sobre *La doctrine de neurones*” (p. 281; Cajal 1923/1981).

Comenzó su conferencia con las siguientes palabras: “Las células nerviosas son individualidades morfológicas, neuronas, según la palabra consagrada por la autoridad del Prof. Waldeyer. Esta propiedad fue demostrada por mi ilustre colega el Prof. Golgi con respecto a las prolongaciones dendríticas o protoplásmicas de las células nerviosas; pero en lo que concierne a la manera de comportarse de las últimas ramillas de los axones y de las colaterales nerviosas, no había, al comienzo de nuestras investigaciones, más que conjeturas más o menos sostenibles. Nuestras observaciones con el método de Golgi, que aplicamos, primero en el cerebelo, después en la médula, cerebro, bulbo olfativo, lóbulo óptico, retina, etc., de embriones y animales jóvenes, revelaron, a mi parecer, la disposición terminal de las fibras nerviosas” (Cajal, 1906/1999).

Desgraciadamente, Golgi no se expresó de la misma manera, había hablado el día anterior, el 11 de diciembre y se centró en desestimar el trabajo de los últimos años de muchos investigadores europeos mientras trataba de rescatar su casi olvidada teoría de las redes intersticiales nerviosas. “...hizo gala de una altivez y egolatría tan inmoderadas, que produjeron deplorable efecto en la concurrencia...Para el anatómico de Pavía, ni Forel, ni His, ni yo, ni Retzius, ni Waldeyer, ni Kölliker, ni Van Gehuchten, ni Lenhossék, ni Etinger, ni mi hermano, ni Tello, ni Athias, ni siquiera su compatriota Lugaro, habíamos añadido nada interesante a sus hallazgos de antaño” (Cajal, 1923/1981, p. 282). Como resalta López-Piñero (2000), en su conferencia, Golgi sólo citó a Cajal al hablar de la ley de la polarización dinámica y los trabajos de la estructura interna de las células nerviosas, ignorando por completo el resto de su obra, lo que generó la

consternación de muchos de los investigadores europeos que estaban presentes en la ceremonia.

Luego Cajal en su discurso pasó a las pruebas que respaldaban sus inducciones, las confirmaciones que habían hecho otros autores sobre sus observaciones, los nuevos recursos técnicos, las bondades del procedimiento de nitrato de plata reducido, las pruebas de la doctrina neurogenética de Kupffer y His, las pruebas extraídas del mecanismo regenerativo de los nervios y las pruebas extraídas de la neurogénesis embrionaria. Y termina su discurso con las siguientes palabras: “En resumen: del conjunto de observaciones que acabamos de exponer y de muchas otras de las que no hemos tenido tiempo de hablaros, resulta evidente como un postulado inevitable la doctrina neurogenética de His, del sabio echado de menos que en los últimos años de una vida tan colmada ha sufrido la injusticia de ver que una falange de jóvenes observadores han calificado de errores sus más bellos y geniales descubrimientos” (Cajal, 1906/1999).

Cuando Cajal recibió el Premio Nobel en 1906, estaba en una época de pleno reconocimiento internacional, había recibido ya el Premio Ciudad de Moscú en 1900 y la Medalla Helmholtz en 1905. La Medalla Helmholtz era puramente honorífica, pero por los otros dos premios, obtuvo un importante componente económico. Como nos dice el propio Cajal, el Premio Nobel venía acompañado de unos “25.000 duros”, lo que equivalía a 125.000 pesetas<sup>47</sup>.

Vamos a detenernos un momento en el Premio Ciudad de Moscú del año 1900, pues en el compitieron Cajal y Pavlov. El Zar Nicolas II estableció el prestigioso premio en agosto de 1897 (que ofrecía una enorme suma de dinero) durante la convención rusa del XII Congreso Internacional de Medicina. Concederían el premio a la mayor investigación original sometida en los congresos sucesivos de medicina y la primera edición del premio ocurriría tres años más tarde en París. Pavlov, asistió a la reunión de París y hubiera querido conseguir el premio (Campos-Bueno y Martín-Araguz, 2012).

---

<sup>47</sup> El equivalente a 20.832 € actuales.

La reunión de París fue importante para la vida académica de Pavlov y Cajal, ya que ambos compitieron por el Premio Ciudad de Moscú, aunque no tuvieron oportunidad de encontrarse físicamente. Cajal no asistió al Congreso parisiense de agosto de 1900, por problemas de salud. El tercer académico propuesto a competir contra Cajal y Pavlov fue Metschnikoff. Cajal ganó la primera edición del premio del Zar, obteniendo 14 votos en su favor contra 6 para Metschnikoff y 3 para Pavlov. Además, en la misma sesión se decidió que el siguiente Congreso de 1903 se realizaría en Madrid (Campos-Bueno y Martín-Araguz, 2012).

Después de este paréntesis y volviendo al tema del Premio Nobel de Cajal, la controversia sobre el mismo no sólo se circunscribe a las conferencias de la ceremonia de entrega, también hubo bastante polémica en el proceso de decisión del Comité del Nobel. Cajal estuvo nominado al Premio Nobel desde 1901 hasta 1906, es decir, que durante cuatro años coincidió, aquí también, en la competencia con Pavlov. Los primeros premios recayeron en Emil Adolf von Behring (1901), Ronald Ross (1902), Niels Ryberg Finsen (1903), Ivan Petrovich Pavlov (1904) y Robert Koch (1905), respectivamente.

En el año 1906 se presentaron cinco nominaciones a favor de Cajal. La primera llegó el 3 de octubre de 1905 y procedía de Albert Kölliker, el patriarca de la histología europea, las otras nominaciones fueron presentadas por Theodor Ziehen, Gustav Retzius, Carl Magnus y Emil Holmgren. Por su parte Golgi, recibió tres de esas nominaciones que le proponían junto a Cajal, más una individual del profesor de anatomía de Berlín, Oskar Hertwig (Fernández-Santarén, 2008).

La resolución del Premio Nobel de 1906 fue extraordinariamente compleja, pues el comité estaba dividido entre entregar el premio compartido a Cajal y Golgi o solamente a Cajal. Por ejemplo, se encargó un informe a Holmgren, profesor de histología del Instituto Karolinska. Holmgren había hecho informes en 1902 y 1903, donde consideraba que lo justo era repartir el premio entre Cajal y Golgi. Sin embargo, en sus informes de 1905 y 1906 se decantó sólo por Cajal: “Si examinamos la actividad de Cajal en el área de la investigación nerviosa,...Desde un punto de vista numérico su obra es asombrosa, pero en cuanto a su peso, en



cuanto a la amplitud y a la fiabilidad de su trabajo es fantástica; su ojo observador intuitivo, fenomenal; su juicio del trabajo de otros en la no rara violenta lucha por la defensa de las ideas propias es, en general mucho más clemente que la de sus adversarios. Nunca es un simple coleccionista de hechos. Su capacidad de síntesis inusualmente elevada y la riqueza de observaciones objetivas que han reunido sus constantes esfuerzos, darán lugar a muchas ideas provechosas para el posterior desarrollo de la investigación” (Fernández-Santarén, 2008, p. 194).

Sin embargo, el Comité encargó una nueva evaluación, esta vez a Carl Sundberg, que tenía una visión distinta y consideraba que el premio debía ser compartido entre Cajal y Golgi. En el acta de la reunión final del Comité se puede ver en las intervenciones de Holmgren y Sundberg el nivel de polémica que hubo.

El Profesor Holmgren fue el primero en tomar la palabra: “Mi propuesta es que Ramón y Cajal debe recibir el Premio Nobel de Medicina en solitario y me remito al informe de este año... Para mí es imposible considerar actualmente las aportaciones de Golgi comparables a las de Cajal. Nuestro juicio debe surgir del estado de cosas actual. La importancia de Cajal es, en mi opinión, mucho mayor. Si de todas maneras fuera a repartirse un Premio Nobel entre dos candidatos, algo que por otra parte me parece inadecuado por varios motivos, tal reparto sólo podría producirse, según entiendo, con la condición de que el segundo investigador haya realizado un trabajo conjuntamente, o si no es ése el caso, pueda considerarse que ambos tienen igual mérito. Seguramente no existe ningún experto que esté en contra de que los méritos de Cajal en el momento actual son superiores a los de Golgi en lo que se refiere al conocimiento que hoy poseemos del sistema nervioso. Quisiera además añadir otro motivo adicional para mi discrepante punto de vista: el propósito de Alfred Nobel en su donación era promocionar el desarrollo de la ciencia. Consideró que podía ser de utilidad dar a investigadores geniales, que en general no tienen ningún beneficio material apreciable de su trabajo, medios para poder proseguir su actividad sin preocupaciones económicas. Cajal nos demuestra de modo continuado que sigue estando en la cúspide de su fuerza creadora e intelectual. En lo que a Golgi se refiere, no ha aportado nada reseñable en las dos últimas décadas, el equivalente a un tercio de la vida de una persona, que promueva el desarrollo de la investigación neurológica o morfológica. En este muy

importante aspecto, referente al verdadero significado del testamento de Alfred Nobel, Cajal vuelve a ser muy superior a Golgi.” Y su intervención finalizó con la lapidaria frase: “Si el Colegio premia a Golgi, se deberá registrar la primera pensión Nobel en Medicina” (Fernández-Santarén, 2008, p. 195).

A lo que Sundberg alegó: “Desde 1901, la cuestión de la concesión del Premio Nobel a los neuroanatomistas Camilo Golgi y Ramón y Cajal ha sido objeto de informes y discusiones por parte del comité. En mi opinión existen varios motivos que piden una conclusión definitiva al asunto. También parece deseable, tal como pudiera suceder ahora, que se otorgase por primera vez un premio dentro del grupo de anatomía; hasta el momento la mayoría de los premios han recaído en el área de la bacteriología.... Los numerosos informes existentes desde 1901 indican, en mi opinión, que ambos investigadores son merecedores del premio. Golgi ha liderado la nueva era en el desarrollo de la neuroanatomía y de los métodos que han constituido la base sobre la que Cajal ha seguido construyendo. Golgi es el fundador y Cajal el más incansable seguidor y proveedor de detalles, cuyas impresiones y puntos de vista se hacen imprescindibles. Conceder el premio a Cajal únicamente sería, en mi opinión, una injusticia, difícilmente justificable para todos aquellos que tienen en cuenta la relación histórica de los hechos y sería, a su vez, un testimonio de una consideración excesiva a la riqueza de detalles y a la gran cantidad de trabajo. Igualmente, es imposible proponer a Golgi en solitario. Los méritos de Cajal son demasiado grandes. Son ambos los que han construido este edificio por lo que es a ambos a los que hay que premiar” (Fernández-Santarén, 2008, p. 195-196).

Finalmente, como sabemos el comité decidió con cuatro votos proponer que el Premio Nobel debería repartirse entre Camilo Golgi y Santiago Ramón y Cajal. Cajal obtuvo con ello una inmensa popularidad en España, lo que lo convirtió en un mito viviente y le permitió, a la postre, obtener el apoyo del Estado para poder cristalizar importantes proyectos institucionales que repercutirían en la ciencia y los científicos españoles hasta que estallo la guerra civil en 1936.

## 2.- PAVLOV Y EL PREMIO NOBEL.

Durante cuatro años sucesivos (1901-1904), Pavlov fue nominado para el Premio Nobel y cada vez el Comité debió enfrentarse a la pregunta: ¿en qué medida eran los trabajos del laboratorio de Pavlov, verdaderamente de Pavlov? Esto se suscitó por una buena razón. Pavlov en diferentes trabajos y conferencias había explicitado que la obra era de todo el laboratorio y nombraba a los diferentes colegas que habían realizado los diferentes experimentos en que se basaban sus presentaciones<sup>48</sup>. Entonces el Comité no sabía si los resultados y aportaciones de Pavlov eran realmente contribuciones originales o eran simplemente una compilación de las disertaciones experimentales de los colegas que trabajaban con él. A principios del siglo XX todavía se tenía la idea de que la ciencia se creaba por grandes personalidades en su laboratorio y no por una máquina de producción científica como el laboratorio de Pavlov. Finalmente, el Comité Nobel decidió que los productos que arrojaba el laboratorio de Pavlov eran verdaderamente de Pavlov, pero para ello tuvieron que considerar el perfil científico de Pavlov y su particular forma de organizar el trabajo de laboratorio (Todes, 2002).

En 1901, el Comité Nobel decidió hacer una evaluación del trabajo de Pavlov, se le encomendó al profesor de fisiología del Instituto Kariolinska, J. E. Johansson. Éste a su vez reclutó a su colega Robert Tigersted, y juntos visitaron San Petersburgo el 8 de junio de 1901, para ser testigos directos de los experimentos de Pavlov. Pavlov preparó varios perros con los cuales se habían desarrollado varias operaciones y explicó de forma abreviada a sus visitantes los resultados más importantes de los diferentes experimentos. Los dos fisiólogos, gratamente impresionados por los trabajos de Pavlov, así lo manifestaron en su informe de 1901 (fueron testigos del pequeño estomago y su efectividad, de la ineficacia de la estimulación mecánica para excitar las glándulas gástricas, del papel gobernante del sistema nervioso y del importante rol de la psique en la secreción salival, gástrica y pancreática). Desde entonces y hasta 1904, ambos se

---

<sup>48</sup> Como veremos en el siguiente capítulo, la forma de Pavlov de dirigir y manejar su laboratorio era bastante novedosa para su época, y no es extraño que haya generado tantas dudas al Comité del Nobel.

convirtieron en fervientes defensores de la candidatura de Pavlov al Premio Nobel. (Todes, 2000).

Ya desde este momento había cierto recelo a la candidatura de Pavlov, pues como ya hemos dicho, no se tenía claro hasta qué punto el trabajo de Pavlov, realmente le pertenecía. A lo que Johansson y Tigerstedt contestaron que podían atestiguar la propiedad intelectual de Pavlov, porque aunque él no hiciera las intervenciones y experimentos sobre todos los animales, era el líder que organizaba y planificaba el desarrollo y puesta en práctica de cada una de las investigaciones. (Todes, 2000).

No obstante ese informe positivo, el Comité mantuvo sus dudas alrededor de la propiedad intelectual y además consideró que eran muy pocas las publicaciones a nombre del mismo Pavlov. El informe, no obstante, sirvió para las futuras evaluaciones de los años siguientes. Su nombre se siguió barajando, hasta que llegó 1904, cuando Pavlov tuvo la fortuna de que Johansson fuera llamado a reemplazar a Holmgren como miembro del Comité de ese año. Johansson defendió la candidatura de Pavlov, demostrando sus contribuciones científicas y el cambio que había sufrido la fisiología digestiva, marcando sus trabajos un antes y un después, además de corroborar la autoría intelectual con base en su viaje a San Petersburgo en 1901 y su informe respectivo. Finalmente, Pavlov obtuvo cuatro votos contra uno, y ganó a Koch, para obtener el galardón del Premio Nobel en el año de 1904. (Todes, 2002).

Pavlov va a Estocolmo a recibir el Premio Nobel, convirtiéndose en el primer científico ruso en recibirlo. Con 55 años Pavlov llega a un momento cumbre de su carrera, es reconocido internacionalmente por su trabajo, recibe un premio económico de 73.000 rublos de oro (cerca de 36.000 dólares de la época) e invierte tal dinero en su laboratorio y en las futuras investigaciones (Babkin, 1949; Fernández, 2006).

Sin embargo, curiosamente, Pavlov pareció no darle mucha importancia a tal reconocimiento, en los años que le quedaron de vida nunca se refirió jamás al

mismo, ni siquiera en su corta autobiografía. Pero fue un reconocimiento importante para él, sus colaboradores y la nación a la cual pertenecía.

El 12 de diciembre de 1904 Pavlov pronunció en Estocolmo su discurso académico después de haber recibido dos días antes, en solemne ceremonia, de manos del Rey Oscar II de Suecia, el Premio Nobel de Fisiología o Medicina. Empezó hablando de algo tan sencillo como el pan y la lucha por el mismo, que ha dominado muchos de los acontecimientos de la vida humana. Después describió el destino del alimento y como las materias nutritivas que entran en el tubo digestivo participan en el proceso de la digestión. Luego empezó a describir los resultados de sus investigaciones con sus colaboradores en el laboratorio que dirigía en San Petersburgo (el Instituto de Medicina Experimental). Allí se detuvo para agradecer a sus colaboradores con las siguientes palabras: “expresar mi más profundo agradecimiento a todos mis colaboradores”. Continuó describiendo el desarrollo técnico al que había llegado para intervenir quirúrgicamente a los perros, siguiendo los principios adecuados de anestesia, asepsia e instalaciones adecuadas para el desarrollo de las mismas. Luego enumeró dos logros fundamentales, por un lado, que las glándulas digestivas funcionan de forma diferente según la naturaleza del alimento, y por otro, que quién orquesta esta fábrica digestiva es el sistema nervioso. Sus importantes descubrimientos permitieron conocer experimentalmente como los nervios excitan las glándulas gástricas y el páncreas y como participan en la actividad digestiva (Fernández, 2006).

Aunque Pavlov recibía el Premio Nobel por sus trabajos sobre la fisiología de las glándulas digestivas, en ese momento ya estaba interesado en la “secreción psíquica” y lo que posteriormente se conocería como los reflejos condicionales. El final de su charla lo dedica a explicar este nuevo tema de investigación y su importancia, además de especificar cómo abordarlo. El hecho psicológico se abordará de una forma eminentemente objetiva y experimental. Finaliza su discurso con las siguientes palabras: “Los hechos y consideraciones que he citado al final de esta conferencia representan uno de los numerosos intentos para utilizar un modo de pensar puramente naturalista, con espíritu de consecuencia, en el estudio del mecanismo de las manifestaciones vitales superiores del perro, ese antiguo amigo del hombre entre los representantes del mundo animal” (Fernández, 2006, p. 17).

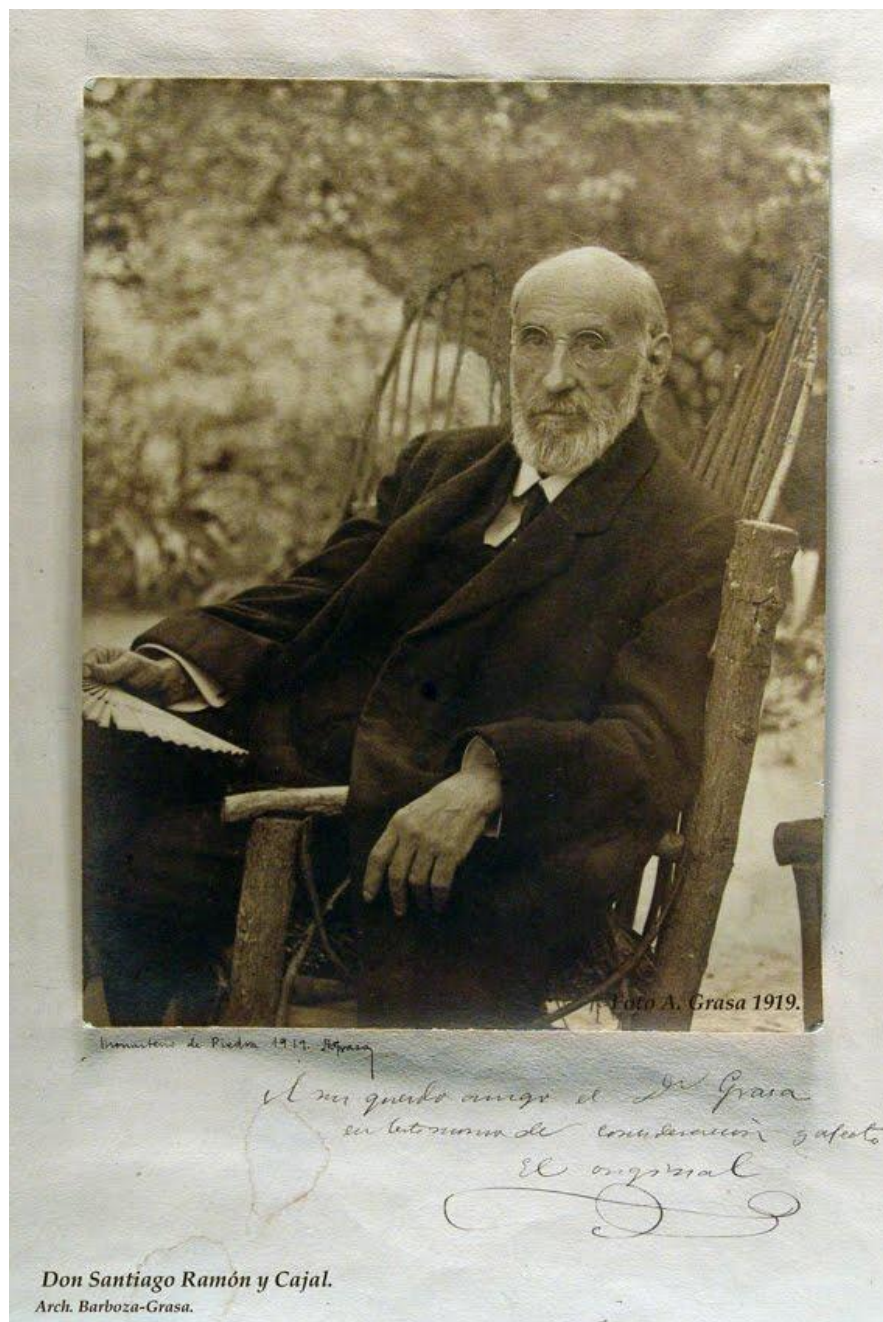
El Premio Nobel trajo comodidad material para Pavlov y su familia, además de fama mundial. Fue llamado a pertenecer a diferentes comunidades científicas y en 1907 se le hizo miembro de la Academia Rusa de Ciencias. Ahora controlaba tres laboratorios y muchos científicos de diferentes partes del mundo venían a trabajar y estudiar sus métodos científicos (Todes, 2000). Esta holgura de medios se vio interrumpida por la primera guerra mundial y posteriormente por la revolución bolchevique, aunque una vez en el poder Lenin, con su famoso decreto, otorgó un apoyo total a su trabajo, que le permitió mantener las mejores condiciones para sus investigaciones hasta el final de su vida.

### 3.- TIEMPOS FINALES DE CAJAL.

Estos dos incansables investigadores continuaron con su trabajo casi hasta el final de sus días.

En el caso de Cajal, según Fernando de Castro: “Durante los últimos años de su vida –esto es de 1930 a 1934- la principal preocupación de Cajal fue la de perfeccionar el capítulo sobre la teoría neuronal para el libro que tenían que editar Bumke y Foester... Ansiaba resumir todo lo que se había escrito en pro y en contra de su idea de la discontinuidad sustancial de las células nerviosas y de la dependencia dinámica por contacto de unos elementos con otros. Pocos días después de su muerte, en octubre de 1934, el esquema completo de tal capítulo aparecía en la *Revista del Instituto Cajal*” (citado por Cannon, 1981, p. 25).

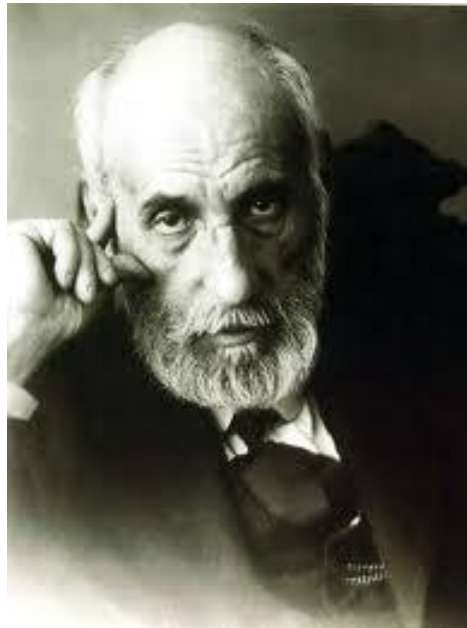
También según Castro, Cajal había empezado otros libros de carácter filosófico y literario, como *El misterio de la tumba* y *Alucinaciones y sueños* o *Notas de Psicología histológica, hipnotismo y sugestión*. Manuscritos que se perdieron durante la guerra civil (Cannon, 1981).



**Figura 74.- Foto de Cajal en 1919.**

“En 1932, el doctor Wilder Penfield hizo una visita a Cajal, acompañado del doctor Pío del Río Hortega. Don Santiago estaba resfriado y se hallaba sentado en la cama, apoyado en las almohadas, escribiendo afanosamente. En su alrededor había grandes montones de libros y la pared cerca de su mano derecha estaba manchada de tinta. Preparaba un artículo en defensa de la teoría neuronal

*¿Neuronismo o reticularismo?* aparecido en 1933...” (Cannon, 1981, p. 226). Su salud empeoró gradualmente. Siempre había padecido insomnio, pero ahora apenas dormía. Aunque débil físicamente conservó su vigor intelectual casi hasta el último día.



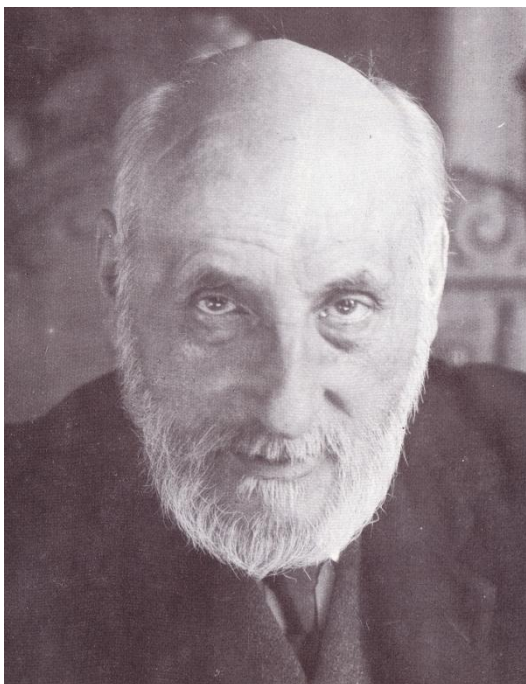
**Figura 75.- Uno de los últimos autorretratos de Cajal en los años veinte (Albarracín, 1982).**

Cajal padecía un trastorno cólico con brotes periódicos de diarrea, que a lo largo de 1934 se fueron haciendo cada vez más graves y frecuentes. Comía solamente papillas y leche, que se obstinaba en tomar pese a la exacerbada diarrea. Casi sin fuerzas y con la desnutrición patente en el rostro, tenía que pasar la mayor parte del tiempo en la cama. Durante sus últimos quince días de vida, continuó leyendo y escribiendo, incluso cuando prácticamente no podía hablar. El 15 de octubre le escribió una carta a Lorente de No y además, diariamente solía anotar el curso de su enfermedad. La última anotación la hizo el día 16 de octubre a las cinco y media de la tarde (López-Piñero, 2000).

Cajal murió en su casa de Madrid, en la calle Alfonso XII número 62, el 17 de octubre de 1934, a las once menos cuarto de la noche. Había vivido para la



ciencia y para España. A la hora de su muerte se encontraban junto a él, rodeándole, sus hijos Fe, Paula, Jorge, Pilar y Luis. Dora, el ama de llaves y su secretaria, Enriqueta Lewi Rodríguez. A los pies del lecho también estaban sus hijos espirituales: Francisco Tello, Fernando de Castro, Teófilo Hernando, Santiago Carro y Luis Calderón (Albarracín, 1982).



**Figura 76.- Foto de Cajal hecha por Fernando de Castro en 1930 (Rodríguez, 1987).**

Don Teófilo Hernando describió así ese momento: “Viéndole avanzar en su agonía, no podía convencerme de que en aquella cabeza, asiento de una voluntad invencible, de un talento extraordinario que le llevó a escudriñar en los seres vivos sus estructuras más delicadas, aportando descubrimientos que habrían de constituir adquisiciones definitivas en el saber de los hombres, se fuese apagando toda luz y perdiendo la conciencia, incapacitándole para toda idea o, cuando menos, para expresarla; hasta que, por fin, plácidamente, quedó inmóvil y convertido en materia inerte aquel cerebro portentoso”. Sus restos reposan, como él pidió bajo una sencilla losa en la que, al lado del nombre de su esposa, tan sólo figura el suyo (Albarracín, 1982, p. 302).



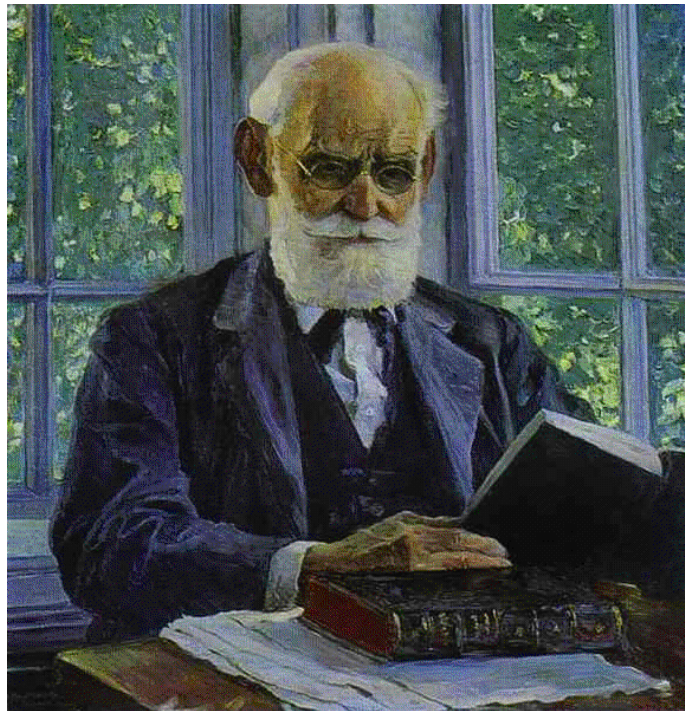
**Figura 77.- Medalla labrada cuando la concesión del Premio Nobel a Cajal, obra de G. Cruz (Albarracín, 1982).**



**Figura 78.- El 18 de octubre de 1934. El cortejo fúnebre, delante de su domicilio, con el féretro llevado a hombros por un grupo de estudiantes. (Albarracín, 1982).**

#### 4.- TIEMPOS FINALES DE PAVLOV.

Para ejemplificar la fortaleza física y mental del anciano Pavlov, queremos retomar esta anécdota que relata Lozoya (2003): En una pequeña aldea de Rusia, cercana a Koltushi, en el año 1929, un joven médico observaba con curiosidad al anciano de 80 años que la noche anterior había sido llevado de emergencia a la pequeña clínica del lugar con un severo ataque de apendicitis. Le había llamado la atención que quienes lo llevaron le hicieron largas y nerviosas recomendaciones, para que tratase con particular cuidado y atención al anciano, a quién operó en silencio esa misma noche con éxito.



**Figura 79.- Pintura que representa a Pavlov en sus últimos años.**

Al día siguiente, cerca de las 6 de la mañana, el viejo de mirada juguetona y barba blanca se sentó en la cama y pidió que le llevaran una gran palangana de agua. Las enfermeras creyeron que el enfermo quería asearse, por lo que le acercaron el recipiente con agua, jabón y toalla. De pronto el viejito se subió las mangas del camisón y metió los dos brazos en la palangana con agua. Todos se



quedaron sorprendidos cuando empezó a mover los brazos en el agua como si estuviera nadando. Pensaron que estaba loco por nadar en una cubeta de agua. Cuando terminó, tomó la toalla, y mientras se secaba los brazos les dijo que ya estaba listo para el desayuno.



**Figura 80.- Pavlov y su pasión por la jardinería (Todes, 2000).**

Más tarde volvieron los mismos solemnes caballeros de la noche anterior, y cuando el médico les contó el extraño comportamiento del anciano, todos lanzaron una carcajada. Entonces le explicaron que ese viejo loco era el profesor Iván Petrovich Pavlov. El médico se sintió desfallecer al enterarse de que había operado a uno de los más famosos científicos del mundo. Entonces Pavlov le explicó lo sucedido al médico. Se decidió conservar su anonimato para que el médico pensara que era un campesino cualquiera y pudiera realizar la operación sin tensión alguna y con total éxito, como había ocurrido. Después le explicó porque nadaba en la palangana. Solía nadar media hora todos los días por la mañana, en un estanque frío cerca a su casa para sentirse fresco y tonificado. Le dijo: “Mi cerebro percibirá el estímulo fresco del agua como cuando practico natación todos

los días y la respuesta tonificante y la sensación de bienestar serán las mismas en todo mi organismo. ¡Es un simple reflejo condicionado más!” (Lozoya, 2003, p. 14).



**Figura 81.- Pavlov fue un gran practicante del gorodki, un juego tradicional de Rusia (Todes, 2000).**

Pero esta robustez en su salud no duraría para siempre. En los últimos años de su vida, Pavlov es ampliamente reconocido y admirado por su trabajo, tanto dentro como fuera de su país. En la primavera de 1935 enferma seriamente al complicarse una gripe con una pulmonía que lo debilita. Su hija Vera Ivanova le escribe preocupada a su discípulo Babkin. No obstante, Pavlov se recupera y llega a asistir al Congreso de Neurología de Londres y a presidir el XV Congreso Internacional de Fisiología que se celebró en agosto en San Petersburgo (ahora Leningrado, bajo el dominio férreo de Stalin, de lo que en ese momento se conocía como la Unión Soviética). Este Congreso fue el segundo momento culminante en la vida de Pavlov, tenía 85 años y presidía un evento al que asistieron 900 fisiólogos

de 37 países diferentes y unos 500 científicos rusos. En el discurso que dio el eminente fisiólogo escocés George Barrer, nombró a Pavlov *Princeps physiologorum mundi* (El príncipe de la fisiología mundial), lo que causó un ensordecedor aplauso de la audiencia. En ese momento, Pavlov está en plena lucidez mental y sin ninguna señal de enfermedad (Asratian, 1949; Babkin, 1949; Fernández, 2008).



**Figura 82.- Medallas conmemorativas en memoria de Pavlov y su trabajo.**

Sin embargo, el 21 de febrero de 1936 es el último día que acude a su laboratorio de Koltushi y no regresa hasta la hora de cenar. Al día siguiente tiene fiebre y se le diagnostica una bronquitis, después vendrá una neumonía y un colapso circulatorio que determinará su fallecimiento el 27 de febrero a las dos y cincuenta y dos de la madrugada. En el mismo domicilio de Pavlov tuvieron lugar los oficios religiosos y después el féretro fue llevado al Palacio Tavericheski, donde una enorme multitud acudió para testimoniarle su respeto, celebrándose con gran solemnidad el funeral el 1 de marzo, recibiendo sepultura en el cementerio Volkov al lado de su hijo y de Mendeleiev (Fernández, 2008).



**IX.- CAPITULO 7.**  
**LA FORMACIÓN DE ESCUELA**  
**Y ESTILOS DE DIRECCIÓN.**





## **IX.- CAPITULO 7. LA FORMACIÓN DE ESCUELA Y ESTILOS DE DIRECCIÓN.**

Sin lugar a dudas, dos grandes figuras como Cajal y Pavlov, formaron escuela entre sus compatriotas. Eran maestros especialistas y alrededor de ellos empezaron a surgir, más tarde o más temprano, una serie de discípulos y continuadores del trabajo del maestro.

Como dice Frolov (1972), una escuela científica implica un grupo de personas que se ocupan de investigar bajo la dirección de un maestro y además comprende un cuerpo de opiniones e ideas, junto con un conjunto de métodos de investigación. Si tenemos en cuenta las palabras de Aguirre (2002), para generar escuela es necesario cumplir al menos tres requisitos: primero, la aparición de un maestro; segundo, el surgimiento de una nueva técnica que permita una visión diferente de lo ya conocido o proporcione datos nuevos de ese campo de estudio y tercero, unos temas que utilizando la nueva técnica y bajo la dirección del maestro permitan conocer con mayor precisión y claridad el objeto de estudio, produciendo nuevas hipótesis de trabajo.

Si tenemos en cuenta las propuestas de Frolov y Aguirre, podemos considerar tanto a Cajal como Pavlov investigadores que llegaron a la categoría de maestros, ya que cada uno alcanzó un reconocimiento indiscutido en su área. Ambos desarrollaron nuevas técnicas. En el caso de Pavlov, la preparación de la fístula de la glándula parótida o submaxilar para el estudio del aprendizaje por condicionamiento. En el caso de Cajal, modificó y mejoró la técnica cromo-argéntica de tinción creada por Golgi para las células nerviosas, así como el desarrollo de originales métodos de tinción. Estas técnicas les permitieron obtener nuevos datos para el desarrollo de sus teorías. Finalmente formaron discípulos atraídos por su prestigio y el desarrollo de nuevas técnicas.

Bajo la visión de Cajal, según Castro (1952), el científico de grandes pretensiones hará bien en permanecer aislado en su época formativa, porque todo el tiempo disponible es escaso para dedicarlo a la labor emprendida y requiere

disponer de toda la energía en el afán de lograr el éxito en sus investigaciones. Para Cajal, en tal momento no le conviene hacer escuela pues distraería sus energías cuando aún no dispone de la experiencia suficiente y ello podría conducirle al fracaso.

Para Cajal, es deber del sabio enseñar, es de interés nacional conseguir el máximo rendimiento y propagar sus ideas es la mejor garantía de su gloria. Crear escuela es de vital importancia para el experimentador: “Si el dejar prole intelectual es garantía de gloria y de provecho sociales en toda nación, lo es incomparablemente más en los países de contribución científica pobre y discontinua. ¡Desdichado del genio surgido en estos pueblos y extinguido sin descendencia!” (Cajal, citado por Castro, 1952, p. 119).

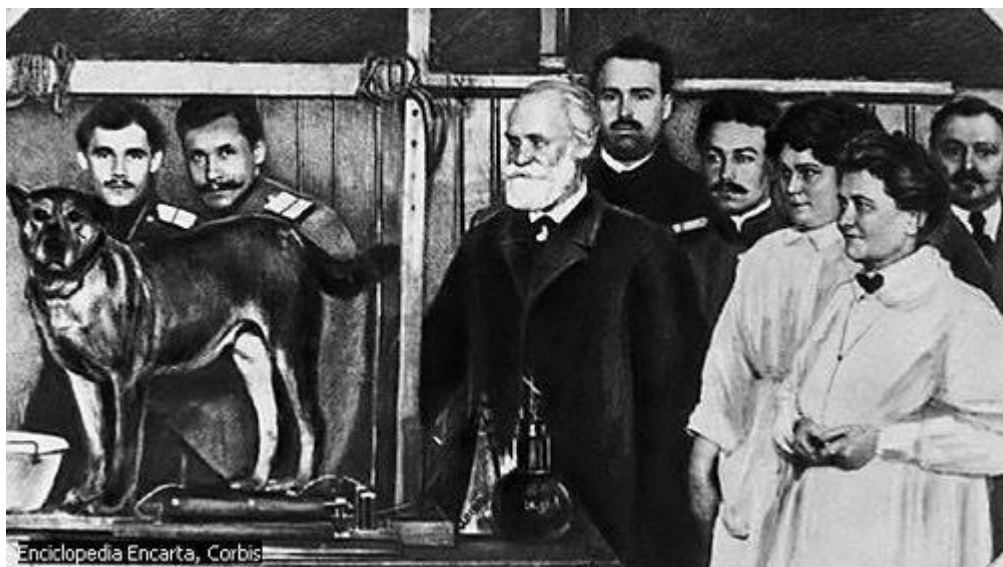
Si tenemos en cuenta las palabras de Castro (1952), los tipos de colaboración surgidos en una escuela pueden ser dos. Puede existir el colaborador directo y el colaborador indirecto. El *colaborador directo*, es aquél que se ciñe a desarrollar el trabajo señalado por el maestro y que bajo su supervisión, no se desviará ni de la pauta ni de la idea. En este caso, los trabajos de laboratorio estarán marcados por un sello especial, característico del espíritu de escuela, que rige por igual a todos los ayudantes. El laboratorio y sus trabajos giran en función del maestro.

Por el contrario, el *colaborador indirecto* es mucho más libre, elige el tema de trabajo que mejor encuadre en sus gustos e intereses, redunde o no en los argumentos del maestro. En este caso, los trabajos de la escuela se distinguirán por su originalidad, inseparable en el fondo con la personalidad del autor. Aquí la función del laboratorio es multiforme, sigue rutas distintas, paralelas o no a las del maestro.

Es interesante que el trabajo de Castro (1952) cite la escuela de Pavlov y de Cajal como polos opuestos en la formación de escuela. La escuela de Pavlov pertenecería a un claro ejemplo de colaboración directa de los discípulos al maestro. En el prólogo de su libro “*El trabajo de las glándulas digestivas*” Pavlov

dice: “Cuando yo empleo la palabra “nosotros”, deseo indicar con ello al laboratorio en conjunto. En la descripción de algunos experimentos nombramos siempre al investigador. Pero el objeto del experimento, su significación y posición en el conjunto de la serie se refiere desde el punto de vista del laboratorio, sin tener en consideración la opinión individual y apreciaciones del investigador. Esta manera de proceder tiene una ventaja especial para el lector, pues le permite cerciorarse de cómo fueron desarrollados bajo un invariable principio director y cómo tomaban figura en la forma de armoniosos y consistentes experimentos” (Castro, 1952, p. 120).

Pavlov era la cabeza del laboratorio, él orientaba y planeaba los trabajos de sus múltiples colaboradores, intervenía en la realización si era necesario, y era el que ordenaba y seleccionaba los resultados. Valoraba el experimento individual pero también su relación con otros experimentos para poder entender el fenómeno en estudio. Ya que Pavlov era la cabeza y sus discípulos sus manos, las ideas básicas provenían de él, y por lo tanto, su propiedad intelectual, aunque la enorme cantidad de datos los hubieran recogido sus diferentes discípulos.

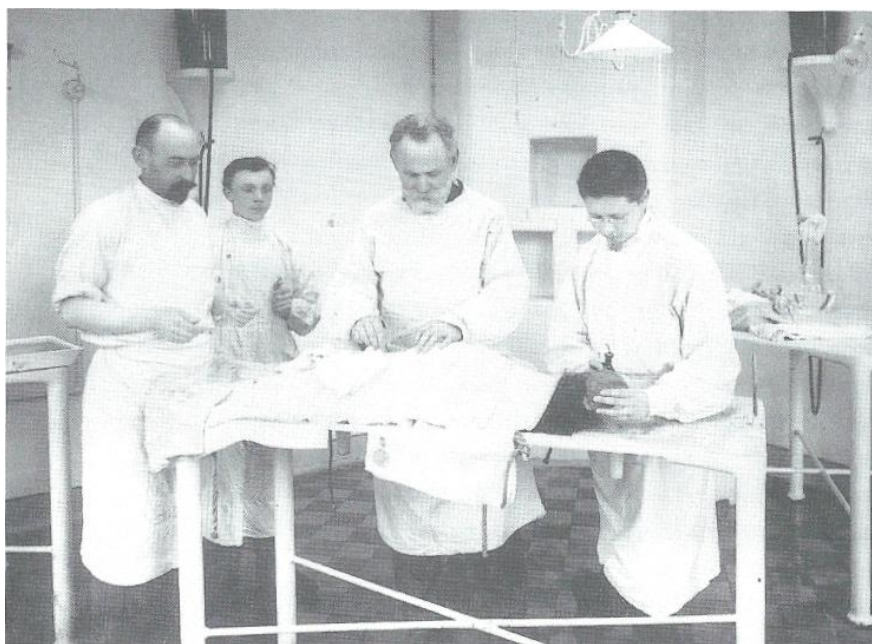


**Figura 83.- Pavlov junto con sus ayudantes en el Laboratorio.**

Según Frolov (1972), durante el primer período de actividad científica de Pavlov, cuando investigaba la digestión (antes de 1904), tenía unos 80 discípulos<sup>49</sup>. Cuando se dedicó al estudio de la actividad nerviosa superior tuvo alrededor de 200 discípulos a través de los diferentes años, sin contar con los alumnos que vinieron del extranjero.

El más antiguo equipo de investigación proviene, según Frolov (1972), del trabajo sobre la digestión y la teoría de la secreción interna. Este grupo incluye a V. Savich, G. Volborth, I. Tsitovich y hasta cierto punto a M. Petrova e I. Razenkov.

El segundo grupo tiene que ver con las investigaciones sobre la “inervación trófica” de los órganos, como el corazón y otros músculos, incluye a los académicos I. Orbelli y A. Speransky.



**Figura 84.- Pavlov (en el centro) operando junto con sus colaboradores a un perro en el Instituto Imperial de Medicina Experimental (Todes, 2000).**

<sup>49</sup> Todes (2000) apunta que entre 1891 y 1904, Pavlov tuvo aproximadamente 100 colegas como discípulos de su laboratorio, sólo una decena pertenecían al personal permanente o semi-permanente.

El tercer y más numeroso grupo de discípulos de Pavlov, se construyó durante los 35 años que se dedicó en exclusiva al estudio de la actividad nerviosa superior. Durante la primera década del siglo XX estarían discípulos como N. Krasnogorsky, G. Zeleny y N. Nikiforovsky. En la segunda década encontramos a M. Petrova, P. Kypalov, N. Podkopayev, I. Rozental y Y. P. Frolov. En la tercera década están A. Ivanov-Smolensky, L. Andreyev, K. Bykov, B. Birman, V. Rikman, P. Anokhin, K. Abuladze, L. Fedorov, F. Mayorov, N. Nikitin, G. Skipin y V. Golosina. Finalmente, en la cuarta década estarían entre otros, K. Denisov, E. Asratian, A. Lindberg, V. Fedorov, S. Kleshov, y Zeewald (Frolov, 1972).

Todes (2002) destaca dentro de los ayudantes estables de Pavlov, a V. N. Massen, un ginecólogo que estableció los procedimientos iniciales asépticos y antisépticos en el laboratorio. También los bioquímicos N. I. Damaskin y E. A. Ganike y el histólogo A. P. Sokolov. Un lugar destacado lo tiene Ganike, quién fue la mano derecha de Pavlov desde 1894 hasta su muerte. Manejaba el presupuesto, supervisaba diversas actividades y era quien hacía los informes anuales de actividad para que fueran aprobados por Pavlov, además de tener una relación cercana con el príncipe Oldenburgski. Otro de sus discípulos importantes era Nikolai Kharitonov, asistente en los procedimientos quirúrgicos y que cuando estaba ausente, Pavlov decía que había perdido sus manos.

Como Todes (2002) indica, Pavlov pasó de ser un fisiólogo de taller a un fisiólogo de fábrica. En las décadas de 1870 y 1880 Pavlov había trabajado con muy pocos recursos y con colaboradores ocasionales y sólo podía perseguir una línea de investigación a la vez. Pero cuando en 1891 el príncipe Oldenburgski, dio la financiación para el Instituto Imperial de Medicina Experimental, donde Pavlov fue nombrado director de su División de Fisiología, las condiciones físicas del laboratorio y la capacidad para acoger diferentes practicantes mejoraron considerablemente. Luego en 1893 la donación de Alfred Nobel le permitió doblar el tamaño de su laboratorio y mejorar aún más las condiciones del mismo.

Para Todes (2000; 2002) la forma en que organizó el laboratorio Pavlov, se parecía mucho al proceso de producción de una fábrica. Pavlov era el estricto director, quien probaba a los nuevos discípulos y los entrenaba durante un mes o

dos, antes de ofrecerle algún trabajo de investigación. Lo ideal es que esta formación inicial permitiera llevar a los nuevos colaboradores al nivel de “manos expertas” para el trabajo que Pavlov tenía pensado. Si no estaban a ese nivel, de nada servirían los experimentos y los resultados por ellos arrojados. Una vez localizaba a los mejores trabajadores, les ofrecía a ellos los asuntos más importantes de investigación. Pavlov exigía puntualidad, precisión y calidad en el trabajo.



**Figura 85.- Pavlov junto a sus ayudantes en el Laboratorio.**

La cohesión de esta maquinaria de investigación o fábrica como la llama Todes, proviene esencialmente de las cualidades personales de Pavlov, de su capacidad de dirección, de su energía e inspiración pero también de su excepcional sistema de organización. Como recalca Todes (2000; 2002), cuando la política educativa del Gobierno obligó a los médicos a estudiar en el laboratorio con el fin de obtener mejores posibilidades laborales, propició el que una gran masa de estudiantes se convirtiera en las expertas manos de Pavlov. Usualmente duraban dos o tres años en el laboratorio hasta defender sus disertaciones ante la Academia Médico Militar. Bajo la tutela de Pavlov, quien era la cabeza y tenía ideas para

desarrollar experimentos y construir líneas de investigación a largo plazo, sus discípulos desarrollaron miles de experimentos. De esta forma pudo reunir un volumen de resultados mucho mayor que cuando estaba solo.



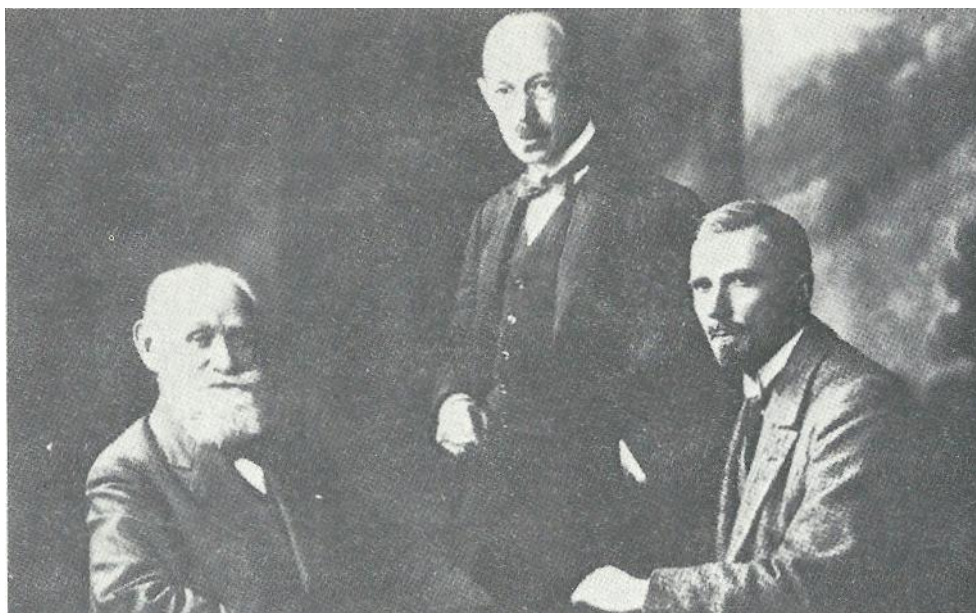
**Figura 86.- Ivan Pavlov y W. Horsley Gantt, fisiólogo que más tarde creó un laboratorio pavloviano en la Universidad Johns Hopkins en Baltimore (Todes, 2000).**

Cuando Pavlov llegaba al laboratorio lo contaminaba de su energía. Él ofrecía una visión científica directiva, administraba el trabajo de los discípulos, les asignaba investigaciones, supervisaba el trabajo de sus colegas, realizaba las operaciones quirúrgicas más complejas sobre los perros, revisaba el resultado de los experimentos, corregía, aprobaba y recompensaba el trabajo bien hecho, pero a la vez exigía y criticaba duramente a quien no diera la talla en las actividades encomendadas. También brindaba espacio dentro del laboratorio para generar discusiones y que todos fueran libres de aportar ideas a los experimentos. Estas discusiones ayudaban a Pavlov a dirigir el trabajo de sus discípulos pero sobre todo permitía unir a los miembros del laboratorio detrás de una única perspectiva. De esta manera cada uno sabía del trabajo de los demás, así como de la mejor manera de interpretar los resultados que iban encontrando. Finalmente, cuando los estudiantes acababan la tesis la leían ante Pavlov, quien analizaba y corregía la



disertación. Si encontraba algún problema exigía nuevos experimentos para superarlos (Todes, 2000; 2002).

Sus ideas eran las que gobernaban el laboratorio y también era el portavoz de los logros del mismo, defendiendo a sus colegas y la importancia de sus aportes. Era quién escribía los artículos y libros de difusión y quién sintetizaba la gran cantidad de datos obtenidos por sus colegas (Todes, 2002).



**Figura 87.- Ivan Pavlov, a la izquierda, con B. Babkin, a la derecha y G.V. Anrep, en el centro (Boakes, 1989)**

Para Pavlov, el laboratorio implicaba el trabajo colectivo de todo su personal durante los diferentes años de trabajo, los experimentos pertenecían al practicante que los realizaba, pero la visión básica y la idea matriz que los unía pertenecía a Pavlov y los resultados y conclusiones obtenidas no eran de una sola persona sino que pertenecían al colectivo: el laboratorio. En palabras de Pavlov: “A todos nosotros nos une un objetivo común y cada uno lo hace avanzar de acuerdo con sus fuerzas y posibilidades. Entre nosotros, frecuentemente, no es fácil dilucidar lo “mío” y lo “tuyo”, pero de esa manera se beneficia exclusivamente nuestra causa común” (Asratian, 1949, p. 40).

Tal estructura incluso se visualiza en la forma de redactar los informes de tesis doctoral de los diferentes practicantes. Hablaban en primera persona para referirse a observaciones específicas o al proceso de cada experimento, pero en el momento en que pasaban a exponer conclusiones o ideas claves, hablaban de “nosotros”, el laboratorio o incluso el mismo nombre de Pavlov (Todes, 2002).

Así que en Pavlov confluyeron varios ingredientes para su éxito científico: tenía buenas ideas, capacidad para diseñar experimentos que responderían preguntas claves, habilidades quirúrgicas, nuevas técnicas de investigación y un laboratorio bien equipado con suficientes colegas para emprender las múltiples investigaciones.

Por el contrario, la escuela de Cajal se caracteriza por la colaboración indirecta. En la escuela cajaliana primó la libertad de movimiento intelectual. Aunque sus discípulos ayudan en la consolidación de la obra de Cajal, se observa siempre en el trabajo de cada investigador los rasgos característicos de su personalidad. Lo cual destaca especialmente, cuando los objetivos de sus investigaciones discurren por caminos distintos a los elegidos por el maestro. Cajal nunca opuso resistencia a la independencia de juicio de los miembros de su escuela, al contrario, la fomentó. Cajal no quería que sus colaboradores se convirtieran en lectores de un solo libro y oyentes de un solo maestro. Según sus propias palabras: “Mi lema ha sido confortar e ilustrar la voluntad con pleno respeto a las iniciativas individuales” (Castro, 1952, p. 121).

Como apunta Fernando De Castro (1952), verdaderamente la escuela cajaliana surge a principio del siglo XX, cuando en 1902 el Estado empieza a apoyar a Cajal para proveerle de un laboratorio en condiciones adecuadas y se funda el “Laboratorio de Investigaciones Biológicas”. Todo ello como consecuencia del **Premio Ciudad de Moscú**, otorgado en el Congreso Internacional de Medicina, reunido en París en 1900. En los años anteriores Cajal contó con jóvenes ayudantes, que colaboraron en las labores de laboratorio. De Castro cita por ejemplo a Claudio Sala, Carlos Calleja, La Villa, Terradas, Blanes, Oloríz Ortega o Pedro Ramón y Cajal. Pero los dos auténticos y primeros discípulos del maestro son J. Francisco Tello y Domingo Sánchez. Con Tello comienzan a aparecer en la

revista del laboratorio los primeros trabajos originales de discípulos. Se suma posteriormente Nicolás Achúcarro, formado con Luis Simarro y el Dr. Alzheimer. Luego Pío del Río Hortega, Gonzalo Rodríguez Lafora y José María Villaverde. Los dos últimos entre los discípulos directos, fueron Lorente de No y Fernando De Castro. Esta primera generación de discípulos se formó entre 1902 y 1916.



**Figura 88.- Cátedra de Cajal en el centro Cajal. De pie, de izquierda a derecha: doctores Torres Alonso, Castillo, Achúcarro, Sainz de Aja, Tello y Bengoa; sentados: doctores Rodríguez Díaz y Sapena (Albarracín 1982).**

Para destacar esa libertad intelectual, podemos de forma muy resumida resaltar las aportaciones científicas de los discípulos de Cajal, siguiendo a Aguirre (2002). La obra más llamativa de Nicolás Achúcarro se centró en el análisis de la búsqueda del origen y función de las “células en bastoncito”, aunque fue Río Hortega el que dio solución al problema.

La aportación fundamental de Domingo Sánchez fue el estudio del ojo de los insectos, con aportaciones relevantes de la retina de los mismos. En estos trabajos Cajal colaboró directamente con Sánchez.

Rodríguez Lafora aportó significativamente al proceso de la epilepsia mioclónica con la descripción de los corpúsculos citoplásmicos que han quedado unidos a su nombre.

Lorente de No realizó tres aportaciones fundamentales. Primero, la descripción de los núcleos de origen del nervio vestibular y acústico, así como sus conexiones con otros centros nerviosos como el cerebelo para la regulación del equilibrio postural. Segundo, los datos del retardo sináptico y la propagación del impulso nervioso a lo largo del axón. Tercero, la descripción de la neuroarquitectura cortical y los circuitos reverberantes que permitieron iniciar un conocimiento mucho más preciso de las funciones corticales.

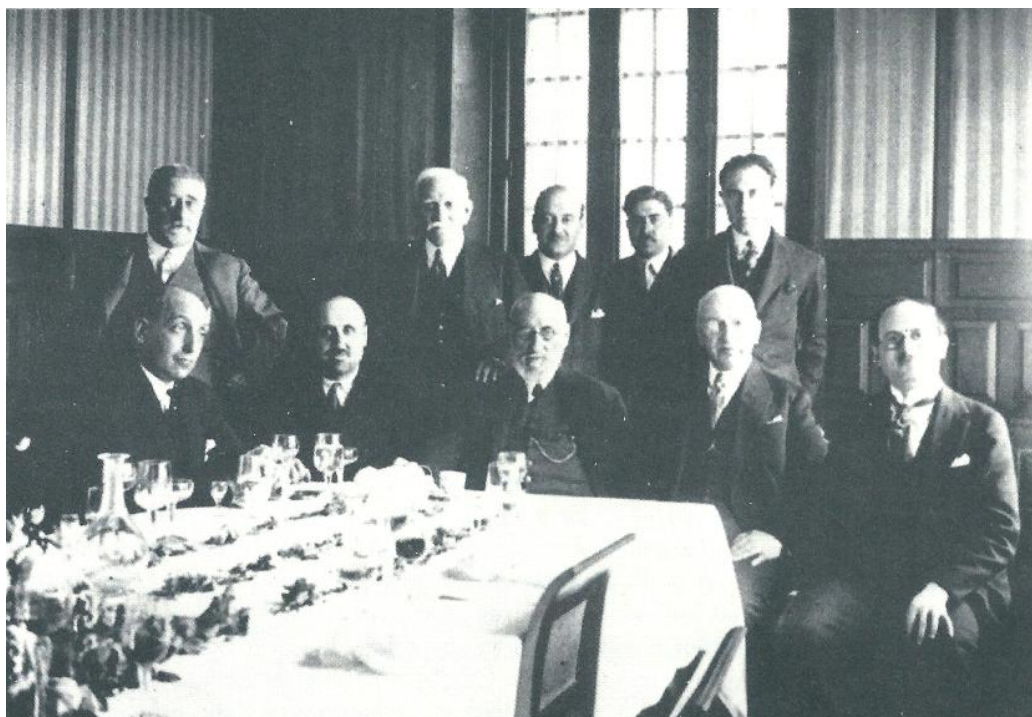


**Figura 89.- En el Laboratorio de Cajal: De izquierda a derecha: G.R. Lafora, D. Sánchez, J. M. Sacristán, M Gayarre, N. Achúcarro, S. Ramón y Cajal, L. Rodríguez Illera, J. de D. Sacristán, el portero y el mozo del Laboratorio (Aguirre, 2002).**

Francisco Tello tuvo dos hallazgos muy significativos: dar a conocer el modelo de las terminaciones sensitivas en los pelos comunes y de modo especial en los táctiles y sus estudios sobre las variaciones que las neurofibrillas presentaban en algunas especies durante el período de hibernación.



Fernando de Castro reveló la existencia de un tipo especial de receptores de presión localizado en los vasos sanguíneos, los llamados “barorreceptores”. También dio a conocer la función y estructura del corpúsculo carotídeo, ofreciendo evidencia de que el corpúsculo tenía una función de receptor capaz de percibir cambios en la composición sanguínea, creándose así la noción de quimiorreceptor. También fue capaz de remodelar por técnicas quirúrgicas las sinapsis, con lo que aportó una prueba morfológica a lo que la fisiología estaba revelando, que lo que en el circuito nervioso estaba polarizado era exclusivamente la sinapsis.



**Figura 90.- Comida en la que Cajal aparece rodeado de diversos investigadores, unos discípulos suyos y otros extranjeros. De izquierda a derecha, de pie: doctores Gayarre, Domingo Sánchez, su hijo Jorge Ramón Fañanás, un desconocido y Fernández de Castro; sentados: doctores Villaverde, Francisco Tello y dos científicos extranjeros no identificados (Albarracín 1982).**

Finalmente, del Río Hortega dio solución al problema de las “células en bastoncito” y demostró la existencia de la microglia así como su localización en los centros, su génesis y su función. También describió por primera vez la existencia de

la oligodendroglia y su significación funcional en la génesis de la capa de mielina de la fibra nerviosa.

La anterior generación formó nuevos discípulos, que constituyen una segunda generación. Esta se daría entre 1916 y la Guerra Civil española. En este período se llegan a contar 41 discípulos, sobre todo por parte de Tello, Castro y Río Hortega. Desafortunadamente una vez llega la Guerra Civil, la escuela se rompe, muchos tienen que recurrir al exilio y los pocos que se quedan en el país tienen que vivir en condiciones muy difíciles para llevar a cabo su trabajo científico (Aguirre 2002).



**Figura 91.- Cajal a los 70 años en el Instituto de su nombre. Detrás de él de izquierda a derecha, Domingo Sánchez, Villaverde (?), Serra, técnica de laboratorio, Lorente y Kety Rodríguez (Aguirre, 2002).**

Bajo la perspectiva cajaliana, el maestro orienta a su discípulo, le muestra líneas de investigación, le guía en la pesquisa bibliográfica y le sugiere la adquisición de cuantos conocimientos y habilidades accesorias (idiomas, arte de escribir, etc.) puedan servirle. Luego el maestro lo pone a prueba, proponiéndole un tema accesible que represente una derivación de la obra fundamental del maestro.

Una vez ha desarrollado su capacidad técnica y la capacidad especulativa, podrá ir paulatinamente afrontando retos de investigación más vigorosos (Cajal, 1940/2009).

Para entender la visión de Cajal, queremos recurrir a sus propias palabras: “Cuando el noble investigador pueda marchar por sí mismo, procúrese imbuirle el gusto por la originalidad. Déjese, pues, sugerir en él la idea nueva con plena espontaneidad, aunque esta idea nueva no concuerde con las teorías de la escuela. La más pura gloria del maestro consiste, no en formar discípulos que le sigan, sino en formar sabios que le superen. El ideal supremo fuera crear espíritus absolutamente nuevos, órganos únicos, a ser posible, en la máquina del progreso. Fabricar órganos únicos, a ser posible, en la máquina del progreso. Fabricar órganos dóciles e intercambiables, denota que el maestro se ha preocupado más de sí mismo que de su país y de la Ciencia” (Cajal, 1940/2009, p. 133).



**Figura 92.- Cajal, Fernando de Castro y Enriqueta L. Rodríguez, su secretaria en 1929 (Rodríguez, 1987).**

“Con ocasión del primer trabajo del principiante, suelen muchos sabios emparejar el propio nombre con el del discípulo, señalando con ello su tanto de colaboración, conducta equitativa, aunque poco generosa. A menos de que dicho trabajo inicial sea fruto personal casi exclusivo del maestro, preferiríamos librar al discípulo del concepto, un tanto humillante de la ajena inspiración. Con ello, el joven investigador saboreará el exquisito manjar de la espontaneidad. Raro fuera que, una vez probado, no se aficionase a él y se esforzara por merecerlo” (Cajal, 1940/2009, p. 133-134).

Con estas palabras podemos evidenciar la gran diferencia de estilo de los dos autores para dirigir sus escuelas y sin embargo, compartían una visión muy similar de la forma como se debía hacer ciencia.

Ambos eran unos apasionados de la ciencia, que sabían el compromiso que implicaba. Por ejemplo Pavlov, en su “Carta a la Juventud” de 1935 explicaba así lo que para él significaba la ciencia: “No olvidad que la ciencia exige del individuo su vida entera. Si tuviéramos dos vidas, tampoco serían suficientes. La ciencia exige del hombre una gran tensión y una gran pasión. Sed apasionados en vuestro trabajo y en vuestras investigaciones” (Asratian, 1949, p. 33). Cajal por su parte nos habla de ese compromiso en el trabajo científico y dice: “...insisten poco en una variedad de atender que cabría llamar *polarización cerebral o atención crónica*, esto es, la orientación permanente, durante meses y aun años, de todas nuestras facultades hacia un objeto de estudio” (Cajal, 1940/2009, p. 43). De hecho Cajal, siempre abogó porque el exceso de trabajo y atención creaban el talento, en contra de la extendida idea de que éste surgía en el vacío.

Bajo la misma premisa de la atención crónica de Cajal, Pavlov destaca dentro de las actitudes de un científico, la capacidad de concentración. Según Frolov (1978, p. 221): “La primera de ellas, sobre la cual insistió, es una grande y persistente *concentración* del pensamiento: la capacidad de “pensar incesantemente sobre un asunto determinado, irse a la cama y levantarse de ella pensando siempre en él”. En su última carta a la juventud soviética, Pavlov denominó esta cualidad: *pasión por la ciencia*”.



También negaban el vitalismo y la metafísica como una forma de acercarse al conocimiento y abogaban por la aplicación del método científico. A este respecto dice Cajal: “La historia de la civilización demuestra hasta la saciedad la esterilidad de la metafísica en sus reiterados esfuerzos por adivinar las leyes de la Naturaleza. Con razón se ha dicho que el humano intelecto, de espaldas a la realidad y concentrado en sí mismo, es impotente para dilucidar los más sencillos rodajes de la máquina del mundo y de la vida” (Cajal, 1940/2009, p.19)

Ambos eran herederos de la epistemología positivista, la metodología experimental y el evolucionismo, por lo que partían del determinismo, donde todas las acciones del organismo obedecen a causas regulares. Pero también del monismo científico. Frente al dualismo de psicólogos y filósofos, Pavlov, por ejemplo, suscribió el principio del monismo según el cual la actividad mental podía reducirse a la fisiología del sistema nervioso.

Como defensores del método científico valoraban la experimentación. Sobre ello escribía Pavlov: “La observación es un método más que suficiente cuando sólo se trata del estudio de los fenómenos más simples. Cuanto más complicado es el fenómeno –y ¿qué hay más complejo que la vida?-, tanto más inevitable es el experimento. Sólo la más amplia experimentación, sin más limitaciones que las que tiene el talento humano en su capacidad de invención, puede llegar a realizar, a coronar, el objetivo de la medicina... La observación recoge aquello que le ofrece la naturaleza, mientras que el experimento toma de la naturaleza aquello que desea. Y la fuerza de la experimentación biológica es, en verdad, inmensa” (Asratian, 1949, p. 34).

Mientras que Cajal dice lo siguiente sobre la experimentación: “Tan admirables éxitos deben alentarnos a completar en lo posible el estudio meramente estático de las formas por la intervención del método experimental. De esta suerte provocamos alteraciones violentas en las condiciones biológicas normales de célula y organismos. Simplifícase de este modo el proceso lógico de la determinación causal y del mecanismo físicoquímico del fenómeno estudiado. Sin duda que en la observación misma se dan ya, en ocasiones, mudanzas de las condiciones fenomenales, pero semejantes mutaciones, debidas a causas naturales, son raras y

episódicas, al paso que, mediante la experimentación, abrévianse los plazos y nos hacemos dueños, tanto del determinismo natural como de las causas de variación” (Cajal, 1940/2009, p. 106).

Ambos autores defendían la investigación con animales. Herederos del evolucionismo, parten de la existencia de una continuidad en la evolución filogenética que permite estudiar e investigar en animales inferiores y extrapolar, hasta cierto punto, estos resultados a los animales superiores, con los cuales puede ser muy difícil o imposible trabajar en el laboratorio.

Evidentemente fue un gran triunfo para Cajal poder trabajar con tinciones de las células nerviosas de animales inferiores y en estados tempranos de su desarrollo, pues era mucho más sencillo su sistema nervioso y pudo encontrar patrones y principios que se podía aplicar al sistema nervioso de diferentes especies, incluso el hombre. También Pavlov trabajó casi toda su vida con animales, principalmente perros, y gracias a las variables controladas en su laboratorio pudo explicar los fenómenos digestivos y la actividad nerviosa superior por medio de los reflejos condicionados.

Otro punto de coincidencia muy notable, es que ambos mantuvieron la defensa de los hechos y cierta desconfianza de las teorías. Para Cajal el prestigio del científico depende del conjunto de hechos originales que aporta. “Las hipótesis pasan, pero los hechos quedan. Las teorías nos abandonan, los hechos nos defienden” (Cajal, 1940/2009, p.84).

En “Tónicos de la Voluntad” dice: “El principiante consagrará su máxima actividad a descubrir hechos nuevos, haciendo observaciones precisas, experimentos fecundos, descripciones exactas. De las hipótesis se servirá a título de sugeridoras de planes de investigación y promotoras de nuevos temas de trabajo. Si, a pesar de todo, se siente compelido a crear vastas generalizaciones científicas, hágalo más adelante, cuando el caudal de observaciones originales allegadas le haya granjeado sólida autoridad. Entonces, y sólo entonces, será oído con respeto y discutido sin desdén” (Cajal, 1940/2009, p.85).

A su vez, para Pavlov lo primordial era obtener y acumular nuevos datos concretos. Para él “las palabras y las ilusiones mueren, mientras que los hechos perduran” y consideraba que es exclusivamente al “señor Hecho”, probado y auténtico, al que corresponder la última palabra en las discusiones científicas, en el desciframiento de los misteriosos fenómenos de la naturaleza (Asratian, 1949, p.37).

Pavlov decía: “Siempre me mantengo sobre el terreno de los hechos; todas mis conjeturas las compruebo experimentalmente y, de esta manera, me apoyo siempre en la solución que dan los hechos” (Asratian, 1949, p.38).

Y en su famosa Carta a la Juventud escribe: “Estudiad, confrontad, acumulad hechos. Por muy perfectas que hubiesen sido las alas del ave, jamás le habrían podido permitir elevarse si no se apoyasen en el aire. Los hechos son el aire del hombre de ciencia. Sin ellos, jamás podréis levantar el vuelo. Sin ellos vuestras “teorías” serán esfuerzos vanos” (Asratian, p. 38)

Pero Pavlov era ajeno al empirismo ciego y tosco, concedía enorme importancia a la teoría y despreciaba a los “archiveros” de hechos. Opinaba que la teoría científica no sólo era necesaria para contar con algo sobre lo cual se pudiesen apoyar los hechos y ser interpretados, sino también para que hubiese algo con que marchar hacia delante. Pavlov decía “Si en la cabeza no hay ideas, tampoco verás los hechos” (Asratian, 1949, p. 39).

En este sentido, podemos rescatar las siguientes palabras de Cajal sobre la importancia de las hipótesis y su desconfianza de las teorías: “Hay que distinguir entre la hipótesis de trabajo y las teorías científicas. La hipótesis constituye una interrogación interpretativa de la Naturaleza. Forma parte de la investigación misma, como que representa su fase inicial, su antecedente casi necesario. Pero especular de continuo, es decir, teorizar por teorizar sin acudir al análisis de los fenómenos es perderse en idealismos sin consistencia, es volver la espalda a la realidad” (Cajal, 1940/2009, p. 84).

Finalmente, estos dos maestros también se distinguieron por su característica habilidad manual e ingenio. Cajal aparte de ser un gran observador, tenía una gran habilidad para dibujar y pintar, lo cual le permitió ilustrar las células nerviosas. También su conocimiento sobre la fotografía le ayudo en el proceso de modificar tinciones celulares y crear otras nuevas para poder sustentar la teoría neuronal en contra de la teoría reticular del sistema nervioso. Su forma de enfrentar el problema de las tinciones logradas en su época, partiendo de un esquema filo y ontogenético le permitió llegar a donde otros grandes sabios no llegaron, la teoría de la neurona. Por su parte Pavlov, era un experto cirujano, ambidiestro, que no sólo era capaz de desarrollar impecables operaciones sobre sus perros, sino que también era capaz de diseñar nuevas intervenciones que le ayudarán a obtener resultados en sus trabajos de investigación, a la vez que diseñaba nuevos experimentos para que sus expertos practicantes los desarrollaran y le ofrecieran los miles de datos que obtuvo para el desarrollo de su teoría sobre la actividad nerviosa superior.



**X.- CONCLUSIONES.**



## X.- CONCLUSIONES.

Nuestro trabajo nos ha permitido concluir los siguientes puntos:

- Ante todo, en la gestación de estos dos científicos vemos que la relación con sus padres fue muy importante. En el caso de Cajal, su personalidad rebelde, su constancia, su capacidad de trabajo y esfuerzo se gestaron, en gran medida, en esa difícil y conflictiva relación con su padre. En el caso de Pavlov, debemos añadir a la figura del padre, la positiva influencia que ejerció su padrino, el Abad, quien forjó su capacidad de disciplina e interés por el conocimiento, además de su forma de vida casi espartana.
- En segundo lugar compartieron una formación desde jóvenes bajo la influencia de las nuevas ideas de la ciencia, la teoría evolutiva, el materialismo y el monismo, que les cautivaron y les permitió, más tarde, contraponerse al idealismo, el vitalismo y el dualismo que sobrevivía en la medicina de su tiempo.
- Una diferencia fundamental en su formación es que Pavlov se forjó dentro de un laboratorio, bajo la guía de Tzion y la influencia de Botkin. Cajal por su parte no se formó específicamente dentro de un laboratorio ni tuvo un maestro en el sentido tradicional del término, más bien en muchos sentidos fue autodidacta, aunque contó con el apoyo de Maestre San Juan y la colaboración de Simarro en dos momentos clave de su vida científica.
- Como profesionales compartieron similitudes para poder forjar su carrera como investigadores. Las penurias económicas, la dificultad para obtener sus respectivas plazas como profesores, que les permitiera dedicarse a la investigación (ambos obtuvieron sus plazas definitivas rondando los cuarenta años) o un medio burocrático que no facilitó el inicio de sus carreras como profesionales.



- En cuanto a su vida familiar, la fraguaron junto con sus esposas, Serafima y Silveria. Dos figuras, que a pesar de sus diferentes personalidades jugaron un rol similar: eran el apoyo que les permitió dedicarse por completo a la investigación, pues ellas administraban el dinero, el hogar, los hijos y todos los problemas mundanos de la cotidianidad. Por otro lado, ambas familias también vivieron tragedias similares, como la muerte de hijos pequeños.
- Las investigaciones y teorías que ambos autores desarrollaron no han sido usualmente comparadas en la literatura académica, sin embargo, hay complementariedad en los niveles de estudio de cada autor y han servido de inspiración para investigaciones de vanguardia a finales del siglo XX, como ejemplificamos por medio del modelo Aplysia en el estudio de los procesos de aprendizaje y la memoria.
- Ambos autores construyeron teorías relevantes para el siglo XX e influyeron en muchas áreas de la ciencia. En el caso de Cajal desde la histología hasta la psiquiatría biológica, y en el caso de Pavlov, desde la fisiología, pasando por la psicología, hasta el desarrollo de modelos experimentales para estudiar la psicopatología.
- Basándonos en nuestras pesquisas podemos concluir que los dos autores muy probablemente se conocieron físicamente en el Congreso Internacional de Medicina de Madrid en 1903. Sin embargo, poco o nulo intercambio hubo sobre sus trabajos y teorías. Sus vidas también se cruzan en la competencia por el Premio Ciudad de Moscú y el Premio Nobel de Medicina o Fisiología.
- Ambos autores construyeron Escuelas de seguidores, se preocuparon por que sus conocimientos y habilidades se multiplicaran en sus discípulos, sin embargo, el estilo de dirección de tales Escuelas es diametralmente opuesto. Cajal maneja un estilo de dirección de apoyo y libertad para sus colaboradores. Pavlov maneja un estilo de control y

supervisión constante de sus colaboradores, que solían trabajar en los temas y líneas de investigación que él aprobaba.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- Abadía Fenoll, F. y Carrato Inbañez, A. (1984) Cajal una vez más. Universidad de Granada. Granada.
- Abramson. L. Y. y Seligman, S. E. P. (1983) Psicopatología de los modelos de laboratorio: historia y fundamento. En Maser, J. D. y Seligman, S. E. P. Modelos experimentales en psicopatología. Editorial Alhambra. México, D. F.
- Aguirre, C. (2002) Cajal y su Escuela. Junta de Castilla y León. España.
- Albarracín, A. (1982). Santiago Ramón y Cajal o la Pasión por España. Editorial Labor, S.A. Barcelona.
- Alkon, D. (1983). El aprendizaje de un caracol marino. Investigación y Ciencia, Sept., p. 42-53.
- Alonso-Fernández, F. (2007) Perfil personal de don Santiago Ramón y Cajal. En Shüller, A. (Editor) Santiago Ramón y Cajal. Instituto de España. Madrid.
- Araque, A. y Navarrete, M. (2013) El ayer y hoy de los astrocitos. En Mente y Cerebro, 60, p. 86-91.
- Ardila, A. y Moreno, C. (1979). Aspectos biológicos de la memoria y el aprendizaje. Editorial Trillas. México.
- Armocida, G. y Zanobio, B. (2006) El centenario del Premio Nobel. Golgi/Cajal (1906). En Aslepio, LVII, p. 261-226.
- Asratian E.A. (1949) I. P. Pavlov, su vida y su obra científica. Editorial MIR. Moscú.
- Babkin, B.P. (1949) Pavlov a biography. The University of Chicago Press. Chicago.

- Bailey, C. H. y Kandel, E. R. (1986). Aproximaciones moleculares en el estudio de la memoria a corto y largo plazo. En C. W. Coen (Ed.), *Las funciones del cerebro*. Editorial Ariel. Barcelona.
- Baratas, A. y Santesmases, M.J. (2001) *Nobeles españoles. Cajal y Ochoa: de la neurona al ADN*. Nívola. Madrid.
- Barratt, P. E. H (1970). *Fundamentos de los métodos psicológicos*. Editorial Limusa, México.
- Boakes, R. (1989) *Historia de la psicología animal. De Darwin al conductismo*. Alianza Editorial. Madrid.
- Bonnot, G. (1973) *Han Matado a Descartes*. Ediciones Guadarrama. Madrid.
- Brown, T. S. y Wallace, P. M. (1989). *Psicología fisiológica*. McGraw-Hill. México.
- Cajal, S. R. (1904/2007) *Histología del sistema nervioso del hombre y los vertebrados. Tomo I*. Ministerio de Sanidad y Consumo, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Boletín Oficial del Estado. Madrid.
- Cajal, S. R. (1906/1999) *Estructura y conexiones de las neuronas*. Premio Nobel en 1906. Diario Médico. Madrid.
- Cajal, S. R. (1923/1981) *Recuerdos de mi vida: Historia de mi labor científica*. Alianza Editorial. Madrid.
- Cajal, S. R. (1923/2006) *Recuerdos de mi vida*. Editorial Crítica. Barcelona.
- Cajal, S. R. (1940/2009) *Reglas y Consejos sobre investigación científica (los tónicos de la voluntad)*. Editorial Formación Alcalá. Jaén.

- Cajal, S. R. (1941/1983) El mundo visto a los ochenta años. Impresiones de un arteriosclerótico. Espasa-Calpe. Madrid.
- Campos-Bueno, J. (2003) Ideas para un siglo: de la teoría de la neurona a los reflejos condicionados. En Revista de Historia de la Psicología, Vol. 25, nº 3-4, p. 725-730.
- Campos-Bueno, J. (2006) Un día en el arco de Santa Maria. En Gamundí, A. y Ferrús, A. (Coords.) Santiago Ramón y Cajal. Cien años después. Ediciones Pirámide. Universitat de les Illes Balears.
- Campos-Bueno, J. y Martín-Araguz, A. (2012) Neuron Doctrine and Conditional Reflejes at the XIV International Medical congress of Madrid of 1903. En Psicología Latina, Vol. 3, No. 1, p. 10-22.
- Cannon, D. (1981) Ramon y Cajal. Grijalbo. Barcelona.
- Carew, T. J., Hawkins, R. D. y Kandel, E. R. (1983). Differential classical conditioning of a defensive with-drawal reflex in Aplysia Californica. Science, 219, 397-400.
- Cortezo, C. M. (1927) Cajal, su personalidad, su obra, su escuela. Imprenta del sucesor de Enrique Teodoro. Madrid.
- Castro A. (2007) Ramón y Cajal visto por su nieto Santiago Ramón y Cajal Junquera. En <http://antoncastro.blogia.com/2007/020702-ramon-y-cajal-visto-por-su-nieto-santiago-ramon-y-cajal-junquera-.php>
- De Carlos, J. A. (2001) Los Ramón y Cajal: una familia aragonesa. Diputación General de Aragón, Departamento de Cultura y Turismo, Zaragoza.
- De Carlos, J. A. y Borrell, J. (2007) A historical reflection of the contributions of Cajal and Golgi to the foundations of neuroscience. En Brain Research Reviews, 55, p. 8-16.



- DeFelipe, J. (2006). Cajal y la plasticidad cerebral. En Gamundí, A. y Ferrús, A. (Coords.) Santiago Ramón y Cajal. Cien años después. Ediciones Pirámide. Universitat de les Illes Balears.
- DeFelipe, J. (2007a). Cajal y la Neurociencia del siglo XXI. En DeFelipe, J.; Markram, H. y Wagensberg, J. (Coords.) Paisajes neuronales. Homenaje a Santiago Ramón y Cajal. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- DeFelipe, J. (2007b). Historia de la neurona: influencia de los estudios de Santiago Ramón y Cajal en la neurociencia moderna. En Cajal, S. R. Histología del Sistema Nervioso del Hombre y de los Vertebrados, Tomo I. Ministerio de Sanidad y Consumo, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Boletín Oficial del Estado. Madrid.
- DeFelipe, J. (2008). Cajal y las mariposas del alma: plasticidad cerebral y procesos mentales. En Díez Torre, A. Cajal y la Modernidad. Ateneo de Madrid. Madrid.
- De la Casa, L. G.; Ruiz, G. y Sánchez, N. (1997) La orientación psicopatológica en la teoría pavloviana. En Revista de Historia de la Psicología, 18, 1-2, p. 87-96.
- Delgado-García. J. M. (2007) Cajal y la ciencia de los débiles principios. En Gamundí, A. y Ferrús, A. (Coords.) Santiago Ramón y Cajal. Cien años después. Ediciones Pirámide. Universitat de les Illes Balears.
- Durfort, M. (2006) Santiago Ramón y Cajal y la Histología. En Gamundí, A. y Ferrús, A. (Coords.) Santiago Ramón y Cajal. Cien años después. Ediciones Pirámide. Universitat de les Illes Balears.
- Fernández, J. (2006). La pasión por el cerebro. Nivola, libros y ediciones. Madrid.

- Fernández, J. (2009). Pavlov el primer Nobel Ruso Real Academia de Medicina de Cantabria. Santander.
- Fernández-Santarén, J. (2006) Introducción. En Cajal, S. R. (2006) Recuerdos de mi vida. Editorial Crítica. Barcelona.
- Fernández-Santarén, J. (2008) El Premio Nobel de Santiago Ramón y Cajal. En Díez Torre, A. Cajal y la Modernidad. Ateneo de Madrid. Madrid.
- Ferrer, D. (1989) Cajal y Barcelona. Fundación Uriach 1838. Barcelona.
- Fishman, R. S. (2007) The Nobel Prize of 1906. En Archive Ophtalmologi, 125.
- Frolov, Y. P. (1972) *La actividad cerebral. Estado actual de la teoría de Pavlov*. Editorial Psique. Buenos Aires.
- García, L. M. (2005) Ramón y Cajal y la neurociencia del siglo XXI. Revista Jano, extra noviembre, 1.583, p. 16-22.
- García-Albea, E. y García-Albea, J. (2010) El auge mundial de las neurociencias: XIV Congreso Internacional de Medicina (Madrid, 1903). En Revista Neurología, 50 (9), p. 551-557.
- García-Vega, L. (1993) Reflexiones sobre el condicionamiento de Pavlov a la luz de la psicología cognitiva. En Revista de Historia de la Psicología, 14, 3-4, p. 341-346.
- Garrett, H. (1958) Las grandes realizaciones en la psicología experimental. Fondo de Cultura Económica. México.
- Gombi, A. (1994) Santiago Ramón y Cajal. Editorial CCS. Madrid.

- Gondra, J. M. (1989) Las psicologías objetivas: Reflexología, conductismo. En Historia, Teoría y Método de Arnau J. y Carpintero H. Alambra Universidad. Madrid.
- Grant, G. (2007) How the 1906 Nobel Prize in Physiology or Medicine was shared between Golgi and Cajal. En Brain Research Reviews, 55, p. 490-498.
- Grimsley, D. L. y Windholz, G. (2000) The neurophysiological aspects of Pavlov's theory of higher nervous activity: In honor of the 150<sup>th</sup> anniversary of Pavlov's birth. En Journal of the History of the Neurosciences, 9, 2, p. 153-163.
- Gutiérrez, G. (1992) Desde el laboratorio. Boletín (Asociación Latinoamericana de Análisis y Modificación del Comportamiento, ALAMOC), 14, 3.
- Gutiérrez, G. (1994) Estudios neurobiológicos del condicionamiento clásico en invertebrados. Boletín (Asociación Latinoamericana de Análisis y Modificación del Comportamiento, ALAMOC), 17, 9-14.
- Gutierrez, G. (2005) I. P. Pavlov: 100 años de investigación del aprendizaje asociativo. En Universitas Psychologica, 4, 2, p. 251-255.
- Hawkins, R. D., Abrams, T. W., Carew, T. J. y Kandel, E. R. (1983) A celular mechanism of classical conditioning in Aplysia: Activity-dependent amplification of presynaptic facilitation. Science, 219, 400-405.
- Hernando, T. (1952) Cajal: El Hombre. En Revista IBYS, Número homenaje a Cajal. Mayo-Junio, pp: 99-108.
- Hebb, D. O. (1968) Psicología. Editorial Interamericana S. A. México.
- Jones, E. G. (1999) Golgi, Cajal and the Neuron Doctrine. En Journal of History of the Neurosciences, 8, p. 170-178.

- Jones, E. G. (2010) Cajal's debt to Golgi. En *Brain Research Reviews*, 66, p. 83-91.
- Kandel, E. R. (1979a). Células nerviosas y comportamiento. En *Selecciones de Scientific American. Psicología Fisiológica*. H. Blume ediciones. Madrid.
- Kandel, E. R. (1979b). Microsistemas de neuronas. *Investigación y Ciencia*, 38, 37-48.
- Kandel, E. R. y Hawkins, R. D. (1992). Bases biológicas del aprendizaje y la individualidad. *Investigación y Ciencia*, 194, 49-57.
- Keynes, R. D. (1979). El impulso nervioso y el calamar. En *Selecciones de Scientific American. Psicología Fisiológica*. H. Blume ediciones. Madrid.
- Leirós, W. (1977) Caminos abiertos por Santiago Ramón y Cajal. Editorial Hernando. Madrid.
- Llinás, R. (2003) The contribution of Santiago Ramón y Cajal to functional neuroscience. En *Nature Reviews*, 4, p 77-80.
- López, C. (2006). Los Cajal y la neurobiología comparada. En Gamundí, A. y Ferrús, A. (Coords.) *Santiago Ramón y Cajal. Cien años después*. Ediciones Pirámide. Universitat de les Illes Balears.
- López-Mascaraque, L. (2006) La vía olfatoria: el error de Cajal. En En Gamundí, A. y Ferrús, A. (Coords.) *Santiago Ramón y Cajal. Cien años después*. Ediciones Pirámide. Universitat de les Illes Balears.
- López-Muñoz, F., Boya, J. y Alamo, C. (2006) Neuron theory, the cornerstone of neuroscience, on the centenary of Nobel Prize award to Santiago Ramón y Cajal. En *Brain Research Bulletin*, 70, p. 391-405.

- Lopez-Muñoz, F.; Rubio, G.; Molina, J.; García-García, P.; Alamo, C. y Santo Domingo, J. (2007) Cajal y la psiquiatría biológica: actividades profesionales y trabajos científicos de Cajal en el campo de la psiquiatría. En Archivos de Psiquiatría, 70, 2, p. 83-114.
- Lopez-Muñoz, F.; Rubio, G.; Molina, J.; García-García, P.; Alamo, C. y Santo Domingo, J. (2008). Cajal y la Psiquiatría Biológica: El legado psiquiátrico de Ramón y Cajal (una teoría y una escuela). En Archivos de Psiquiatría, 71, 1, p. 50-79.
- López-Piñero, J. M. (Ed.) (1986) Cajal. Antología. Ediciones Península. Barcelona.
- López-Piñero, J. M. (2000). Cajal. Editorial Debate. Madrid.
- López-Piñero, J. M. (2004). Ivan Petrovich Pavlov (1849-1936). La fisiología digestiva y los reflejos condicionados. En Mente y Cerebro, 8, p. 7-10.
- Lozoya, X. (2003) El ruso de los perros. Ivan P. Pavlov. Colciencias. Bogotá.
- Mazzarello, P. (2007) Net without nodes and viceversa, the paradoxical Golgi-Cajal story: A reconciliation? En Brain Research Bulletin, 71, p. 344-346.
- Marañón, G. (1951) Cajal, su tiempo y el nuestro. Espasa-Calpe. Madrid.
- Martínez, A. (2008) Santiago Ramón y Cajal (DVD): las mariposas del alma (Documental). Divisa Home Video. Valladolid.
- Morgado, I. (2007). ¿Fue Santiago Ramón y Cajal el verdadero descubridor de la sinapsis? En Quark, 39-40, p. 75-82.
- Pavlov, I. P. (1923/1993). *Reflejos condicionados e inhibiciones*. Planeta-Agostini. Barcelona.

- Pavlov, I. P. (1929/1997) *Los reflejos condicionados. Lecciones sobre la función de los grandes hemisferios*. Ediciones Morata. Madrid.
- Pavlov, I. P. Schniermann, A.L. y Kornilov, K.N. (1930/1963) *Psicología Reflexológica*. Editorial Paidós. Buenos Aires.
- Pavlov, I. P. (1964). *Los reflejos condicionados aplicados a la psicopatología y psiquiatría*. A. Peña Lillo. Buenos Aires.
- Pavlov, I. P. (1982) *Actividad Nerviosa Superior*. Obras escogidas. Barcelona.
- Pérez, D. (1991) D. Santiago Ramón y Cajal y las Neurociencias. En *Psicothema*, 1991, vol. 3, 2, p. 469-493.
- Ramón y Cajal, M. (2007). Cajal, artista. En DeFelipe, J., Markram, H. y Wagensberg, J. (Coords.) *Paisajes Neuronales. Homenaje a Santiago Ramón y Cajal*. CSIC. Madrid.
- Ramón y Cajal, S. (2007). Santiago Ramón y Cajal. Un recorrido a través de su vida y de su obra científica, literaria y fotográfica. En Cajal, S. R. *Histología del sistema nervioso del hombre y los vertebrados*. Tomo I. Ministerio de Sanidad y Consumo, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Boletín Oficial del Estado. Madrid.
- Reinoso, F. (2007). Vigencia de la obra científica de don Santiago Ramón y Cajal. En Shüller, A. (Editor) *Santiago Ramón y Cajal*. Instituto de España. Madrid.
- Rocha, E. (2007). *La aventura científica de Ramón y Cajal*. Instituto de Estudios Aragoneses, Diputación de Huesca.
- Rodríguez, E. (1977) *Así era Cajal*. Espasa-Calpe S. A. Madrid.

- Rodríguez, E. (1987) Santiago Ramón y Cajal: El Hombre, el sabio, el pensador. Extensión científica y acción cultural del CSIC. Madrid.
- Rojas, J. G. y Eguibar, J. R. (2001) Pavlov y los reflejos condicionados. En Elementos: ciencia y cultura, 8 (41), p. 49-54.
- Romero, A. (1984) *Ramón y Cajal*. Diputación Provincial de Zaragoza. Zaragoza.
- Rozo J. A.; Baquero-Venegas, H. T. y Pérez-Acosta, A. M. (2005) Aprendizaje Asociativo. Modelos explicativos del Condicionamiento Clásico. PSICOM Editores y Fundación para el Avance de la Psicología. Bogotá.
- Schüller Pérez, A. (Ed.) (2007) Santiago Ramón y Cajal. Instituto de España. Madrid.
- Sotelo, C. (2008) Cajal y la regeneración en el sistema nervioso. En Díez Torre, A. Cajal y la Modernidad. Ateneo de Madrid. Madrid.
- Todes, D. (2000). Ivan Pavlov. Exploring the animal machine. Oxford University Press. New York.
- Todes, D. (2002) Pavlov's Physiology Factory. Experiment, interpretation, laboratory Enterprise. Johns Hopkins University Press. USA.
- Wallon, H. (1963) De Ramón y Cajal a Ivan Pavlov (La psychologie dialectique). En Revista de psicología general y aplicada, 18, 68-69, p. 845-848.
- Wolpe, J. y Plaud, J. J. (1997). Pavlov's contribution to Behavior Therapy. The obvious and the not so obvious. American Psychologist, 52, 9, p. 966-972.
- Zamora-Berridi G.; Pendleton, C.; Ruiz, G.; Cohen-Gadol, A. y Quiñones-Hinojosa, A. (2011) Santiago Ramón y Cajal and Harvey Cushing: Two

- Forefathers of Neurosciences and Neurosurgery. En *World Neurosurgery*, 76, 5, p. 466-476.
- Zimmer, H. (2004). Ilya Fadeyevich Tsion, alias Elias Cyon, alias Élie de Cyon. En *Clinical Cardiology*, 27, pp: 584-585.
  - Zumalabe, J. M. y González, A. (2005) Una aproximación histórico-conceptual a la neurociencia de I. P. Pavlov. En *Boletín de Psicología*, No. 83, p. 45-67.



